



*Ministero
dell'Ambiente e della
Tutela del Territorio*

**CRITERI E TECNICHE PER LA MANUTENZIONE DEL
TERRITORIO AI FINI DELLA PREVENZIONE DEL
RISCHIO IDROGEOLOGICO**



maggio 2002

INDICE

1. Introduzione
2. Il contributo del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio alla manutenzione estensiva del territorio dei bacini idrografici nell'ambito del rapporto interinale per la difesa del suolo (fondi strutturali 2000-2006 delle Regioni dell'Obiettivo 1)
3. Il concetto di manutenzione nei documenti delle Autorità di Bacino nazionali
4. Gli interventi di manutenzione nei piani delle Autorità di Bacino nazionali
5. Tipologie degli interventi di manutenzione
6. Criteri per la manutenzione del territorio a compatibilità ambientale
 - 6.1 Il ruolo della vegetazione nella difesa del suolo
 - 6.2 Le azioni di prevenzione in montagna e collina
 - 6.3 Le sistemazioni agrarie collinari
 - 6.4 La manutenzione del reticolo idrografico di pianura
 - 6.5 La manutenzione del territorio nelle aree percorse da incendio
 - 6.6 Conclusioni
7. Le tecniche di ingegneria naturalistica per la manutenzione del territorio
8. Bibliografia di riferimento

9. Allegati:

- Normativa di riferimento sulla manutenzione
- Mozione per il finanziamento degli interventi di difesa del suolo e manutenzione del territorio nel programma globale di sviluppo dei QCS 2000-2006
- Elenco delle normative con riferimenti all'ingegneria naturalistica
- Descrizione delle tecniche di ingegneria naturalistica; estratto dalle Linee Guida per Capitolati Speciali per Interventi di Ingegneria Naturalistica del Ministero dell'Ambiente Commissione VIA
- DPR 14 aprile 1993 - *Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale*

Testo e foto di Paolo Cornelini

In copertina Foto 1- Palificata viva , gradonate vive, palizzate vive, piantagione di arbusti autoctoni per la sistemazione di un versante in frana a Atina(FR)

1.INTRODUZIONE

L'Italia è un paese geologicamente giovane caratterizzato da una situazione morfologica e climatica che, unita alla presenza di terreni altamente erodibili, determina una notevole propensione all'erosione diffusa ed al dissesto idrogeologico.

Dall'inizio degli anni cinquanta fino alla metà degli anni sessanta si è operato attivamente per la conservazione del suolo e la regimazione delle acque eseguendo rimboschimenti diffusi ed importanti opere di sistemazione idraulico-forestale, in quanto alla sistemazione della montagna e della collina era riconosciuto un ruolo essenziale nella difesa della pianura. Successivamente l'abbandono delle realizzazioni per i profondi mutamenti nella società italiana ha comportato la perdita della funzionalità delle opere realizzate per mancanza di manutenzione, mentre i rimboschimenti hanno subito soprattutto i danni della pressione antropica (incendi, turismo scarsamente ecocompatibile, etc.).



Foto 2 – L'abbandono delle sistemazioni idraulico-forestali comporta l'aumento del rischio di esondazione a valle. F.Aniene Roma

Ne consegue la necessità di un grande sforzo a livello nazionale per restituire al territorio la possibilità di svolgere al meglio le proprie funzioni in merito alla difesa del suolo, anche in vista dei cambiamenti climatici in atto, per i quali sono previste, nei prossimi decenni, precipitazioni più intense e concentrate.

Il mancato o inadeguato intervento sui bacini montani comporta un incremento delle portate di piena a valle unitamente all'aumento del trasporto solido, con conseguente necessità di interventi più impegnativi a valle .

La sistemazione dei bacini idrografici nelle aree montane, collinari e di pianura, secondo la legge sulla difesa del suolo (L.183/89), prevede d'altronde un intervento unitario da affrontare con un approccio sistemico, con la coscienza del legame tra le varie parti del bacino e quindi del reciproco condizionamento degli interventi nei vari tratti.



Foto 3 - La legge sulla difesa del suolo (L.183/89), prevede interventi di sistemazione idrogeologica con un approccio sistemico a livello di bacino idrografico. Raito(SA)

Un approccio basato sull'emergenza ha privilegiato negli ultimi decenni la realizzazione di opere intensive per la riduzione del rischio nelle pianure, ove si trova la maggioranza della popolazione e del patrimonio pubblico e privato, trascurando spesso un approccio basato sull'intervento a lungo termine con opere estensive ed intensive nella parte superiore del bacino, ove il fenomeno erosivo inizia a manifestarsi ed ove la sistemazione agisce sulle cause del dissesto.

Ne consegue la necessità di intervenire particolarmente nelle zone montane e collinari, ove più estese ed intense sono le azioni erosive, con la coscienza che la sistemazione della parte superiore dei bacini idrografici non assume solo un valore intrinseco, ma comporta il miglioramento delle condizioni idrauliche a valle.



Foto 4 – La messa in sicurezza degli insediamenti a valle inizia con la sistemazione dei bacini montani. Val di Fassa (TN)

Con interventi di tipo diffuso sul territorio si può ottenere una maggiore efficacia delle misure di riduzione del rischio idrogeologico, poiché si agisce sulla riduzione della probabilità di accadimento dell'evento calamitoso e sulla riduzione dell'intensità dello stesso; il perdurare dell'abbandono della montagna e della collina,

invece, ha come conseguenza un aumento della vulnerabilità e della pericolosità del territorio anche a valle con conseguente richiesta di aumento delle difese passive (argini, casse d'espansione, ecc.) e notevole incremento dei costi diretti ed indiretti. La manutenzione del territorio del bacino idrografico è quindi uno strumento fondamentale per la riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio per le persone, le cose ed il patrimonio ambientale, nonché per la riqualificazione ambientale del territorio con positive ricadute in termini occupazionali

I vantaggi derivanti da tale programma di manutenzione del territorio con interventi diffusi ed estensivi sono:

- la diminuzione di interventi strutturali per la riduzione del rischio, in quanto gli interventi nella parte superiore del bacino contrastano il fenomeno erosivo, laddove inizia a manifestarsi, con azioni di piccola entità, ma comunque efficaci nel risolvere il problema all'origine;
- il miglioramento dell'efficienza delle sistemazioni idraulico-agrarie e idraulico-forestali, con la manutenzione di quelle realizzate in passato e la riqualificazione di un patrimonio esistente, ormai inserito nel contesto socio-economico e paesaggistico del territorio;



Foto 5– I lavori diffusi sul territorio creano occupazione in zone in fase di spopolamento per l'utilizzo di tecniche semplici quali quelle dell'ingegneria naturalistica. Gemona del Friuli(UD)

- la riqualificazione ambientale delle aree in erosione con le tecniche di ingegneria naturalistica, la rinaturazione dei territori di montagna, collina e pianura, con l'aumento della biodiversità tramite la realizzazione di fitocenosi arboree, arbustive ed erbacee;
- un contributo degli interventi di rivegetazione dei versanti e dei corsi d'acqua alla lotta contro la desertificazione con effetti benefici di tipo climatico per la riduzione della anidride carbonica immagazzinata nella biomassa vegetale
- il miglioramento delle condizioni socioeconomiche delle aree interne della montagna e della collina, attuando le finalità della legge della montagna in quanto le azioni di manutenzione tutelano e promuovono le risorse ambientali e sviluppano le attività economiche nelle aree depresse;
- la realizzazione di nuovi posti di lavoro diffusi sul territorio, in quanto viene creata occupazione in zone in fase di spopolamento, con l'utilizzo di tecniche semplici, quali quelle dell'ingegneria naturalistica, che sono ad alto contenuto di manodopera.



Foto 6 – Gli interventi di manutenzione effettuati dai lavoratori socialmente utili hanno recuperato le antiche briglie nel Parco Nazionale del Vesuvio (NA)

2. IL CONTRIBUTO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E TUTELA DEL TERRITORIO ALLA MANUTENZIONE ESTENSIVA DEL TERRITORIO DEI BACINI IDROGRAFICI

Il Ministero dell'Ambiente, d'intesa con il Ministero per le Politiche agricole, il Corpo Forestale dello Stato e con la collaborazione dell'UNCCEM e dell'ANBI, ha elaborato nel 1999 una *Proposta di azioni per il recupero della funzionalità dei sistemi naturali e delle aree agricole, a scala di bacino, nei territori di montagna, collina e pianura* nell'ambito del rapporto interinale per la difesa del suolo presentato per la programmazione dei fondi strutturali 2000-2006 delle Regioni dell'Obiettivo 1 (mozione allegata).

Tale Proposta prevedeva un programma di manutenzione del territorio e delle opere idraulico forestali e agrarie nel periodo 2000-2006, per affermare e realizzare uno sviluppo socio-economico sostenibile, mediante una politica d'uso del suolo efficace per la riduzione del rischio idrogeologico, tramite un sistema integrato di interventi di difesa attiva del suolo (forestazione, ingegneria naturalistica, etc), che comprenda anche opportune azioni di manutenzione dei territori agricoli e dei pascoli, soprattutto nelle aree collinari e montane, attuando le finalità della legge della montagna.

Il programma di manutenzione è stato suddiviso in tre progetti interregionali che si riferiscono ciascuno ad uno o più "obiettivi operativi" definiti nel rapporto interinale Difesa Suolo:

- Progetto interregionale **CENTO FORESTE**
- Progetto interregionale **CENTO CAMPAGNE**
- Progetto interregionale **RETE ECO-IDROGRAFICA DI PIANURA**

ed è stato articolato nei seguenti ambiti:

Ambito 1 – settore foreste

Interventi finalizzati al recupero, manutenzione e rinaturalizzazione delle superfici boscate del territorio montano e collinare, con particolare riferimento al rimboschimento, al miglioramento della funzionalità idraulica dei suoli forestali, alla regimazione idraulica ed alla rinaturalizzazione della rete idrografica minore

Ambito 2 – settore agricolo

Interventi finalizzati al recupero, manutenzione e rinaturalizzazione delle superfici erbacee del territorio montano e collinare, con particolare riferimento agli incentivi per la riconversione colturale di attività agro-pastorali ai fini del miglioramento della resistenza all'erosione dei suoli, nonché alla regimazione idraulica ed alla rinaturalizzazione della rete di scolo superficiale basata sulle fosse livellari

Ambito 3 – settore bonifiche idrauliche

Interventi integrati per il ripristino e il miglioramento delle funzionalità idrauliche del reticolo idrografico nei territori di pianura e dei tratti terminali in prossimità della foce, connessi alla ricostituzione delle fasce di vegetazione ripariale, necessarie per il miglioramento delle caratteristiche autodepurative dei corsi d'acqua ed alla funzionalità delle reti ecologiche per l'aumento della biodiversità e per l'attenuazione dell'effetto serra; interventi integrati per la depurazione, il drenaggio e l'assetto naturalistico nei territori di pianura.

Tra gli allegati è riportata la mozione per il finanziamento degli interventi di difesa del suolo e manutenzione del territorio nel programma globale di sviluppo dei QCS 2000-2006.

3. LA MANUTENZIONE NEI DOCUMENTI DELLE AUTORITÀ DI BACINO NAZIONALI

L'Analisi comparata dei Piani Stralcio, dei Piani Straordinari e della documentazione di riferimento delle Autorità di Bacino nazionali ha evidenziato l'esistenza di un nuovo approccio alle problematiche della manutenzione, non limitato alle sole opere, ma esteso a tutto il territorio del bacino idrografico.



*Foto 7 - Il concetto di manutenzione prevede il ripristino della funzionalità di un'opera.
Parco degli Acquedotti, Roma*

Dalle definizioni della manutenzione riportate nei vari documenti delle Autorità di Bacino nazionali (tab.1) risulta chiaramente che il concetto di manutenzione viene esteso al territorio del bacino idrografico (alvei e versanti) con attività tese alla prevenzione del rischio idrogeologico; dai documenti traspare inoltre **una particolare attenzione alla priorità della sistemazione degli alvei e alla riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua.**

La definizione più significativa è quella del Comitato di Consultazione dell'Autorità di Bacino del Po che ritiene che debbano essere considerate attività di manutenzione tutte le azioni volte al mantenimento e al ripristino della funzionalità ecologica del territorio oltre alla funzionalità idraulica di tutte le opere, manufatti e strutture necessarie per il perseguimento degli obiettivi del PSAI.

Gli interventi di rinaturazione, se volti al ripristino della funzionalità ecologica di un ecosistema o parte di esso (es. i tratti fluviali) sono da considerare interventi di manutenzione del territorio.

L'attività di manutenzione non deve riguardare solo le opere ed i corsi d'acqua bensì l'intero territorio del bacino, assumendo la priorità della manutenzione dei corsi d'acqua in montagna, collina e pianura, delle loro pertinenze e del reticolo artificiale di pianura .

Il Comitato di Consultazione dell'Autorità di Bacino Po afferma inoltre la netta distinzione tra:

- *la **manutenzione ordinaria**, caratterizzata dalla continuità e periodicità dell'azione e, possibilmente, da progetti di modeste dimensioni che possano essere affidati e realizzati da soggetti , anche non istituzionali, legati al territorio, da effettuarsi con procedure differenti da quelle di assegnazione dei grandi appalti.*
- *la **manutenzione straordinaria**, caratterizzata da “interventi non necessariamente periodici, ma volti a ripristinare la funzionalità idraulico-ambientale del territorio, da effettuarsi, prevalentemente, con procedure tradizionali di affidamento dei lavori”.*



*Foto 8 - L'attività di manutenzione non deve riguardare solo le opere ed i corsi d'acqua bensì l'intero territorio del bacino idrografico(**Comitato di consultazione dell'Autorità di Bacino Po**) Appennino Marchigiano(PS)*

L'Autorità di Bacino dell'Adige ha impostato il piano di bacino sui criteri del **mantenimento migliorativo** che considera nel suo insieme il “sistema complesso” costituito dal territorio e da tutte le opere di difesa del suolo e di infrastrutturazione in termini dinamici, rilevando le nuove esigenze ed adeguando al loro mutare il sistema complesso suddetto ed è assolutamente antitetica a quella , finora prevalente, dell'emergenza e degli interventi straordinari.

Dall'analisi della tab.1 emergono con chiarezza e sono più volte ribaditi i seguenti concetti :

- ***L'attività di manutenzione non deve riguardare solo le opere ed i corsi d'acqua bensì l'intero territorio del bacino, assumendo la priorità della manutenzione dei corsi d'acqua in montagna, collina e pianura, delle loro pertinenze e del reticolo artificiale di pianura. (Comitato di Consultazione dell'Autorità di Bacino Po)***
- ***La manutenzione deve garantire la funzionalità degli ecosistemi la tutela della continuità ecologica e la conservazione e l'affermazione delle biocenosi autoctone (Relazione del PAI Po)***
- ***La manutenzione va distinta in ordinaria e straordinaria (Comitato di consultazione dell'Autorità di Bacino Po, Adige, Arno, Serchio, Liri)***
- ***La manutenzione dei corsi d'acqua deve riguardare, oltre il ripristino della capacità deflusso del corso d'acqua, il ripristino della naturalità dell'alveo, la tutela della biodiversità, la ricostituzione delle cenosi di vegetazione spontanea e la riqualificazione dell'ambiente fluviale ((Autorità di Bacino Adige, Alto Adriatico, Arno)***
- ***La manutenzione va eseguita con i criteri dell'ingegneria naturalistica (Autorità di Bacino Po, Alto Adriatico, Adige, Arno, Serchio)***



Foto 9 - La manutenzione dei corsi d'acqua deve riguardare oltre il ripristino della capacità deflusso del corso d'acqua, il ripristino della naturalità dell'alveo e la tutela della biodiversità (Autorità di Bacino Adige). Regi Lagni (NA)

Tab. 1 - DEFINIZIONI SULLA MANUTENZIONE	
Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI)	<p>Per manutenzione si intende <i>la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire le funzioni richieste (UNI 9910,10147)</i></p> <p>La attività di manutenzione comporta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>il ripristino: recupero da parte dell'entità della propria attitudine ad eseguire una funzione richiesta(UNI 9910)</i> • <i>la riparazione: intervento, rinnovo o sostituzione di uno o più componenti danneggiati mirato a riportare un'entità alle condizioni stabilite (UNI 10147)</i> • <i>il miglioramento: insieme di azioni di miglioramento o di piccola modifica che non incrementano il valore patrimoniale dell'entità(UNI 10147)</i>
Autorità di Bacino Po	<p>Programma di rilancio degli Interventi di Manutenzione 1998 Carenze di manutenzione sui corsi d'acqua e sui versanti <i>Le condizioni di rischio... sono riconducibili alle carenze di un'azione manutentiva a carattere sistematico e continuativo, avente il fine di mantenere in efficienza le opere realizzate e conservare i sistemi naturali in un assetto compatibile con le esigenze di sicurezza</i></p> <p>-All.3- Direttiva per la progettazione degli interventi e dei programmi di manutenzione. 1).<i>Per manutenzione si deve intendere l'insieme delle operazioni necessarie per mantenere in buono stato ed efficienza idraulico-ambientale gli alvei fluviali, in buone condizioni di equilibrio i versanti e in efficienza le opere idrauliche e quelle di sistemazione idrogeologica.</i> <i>L'attività di manutenzione si divide in ordinaria e straordinaria a seconda che le operazioni vengano svolte periodicamente e ordinariamente al fine della conservazione e del mantenimento in efficienza delle opere, oppure siano rappresentate da un complesso di lavori di riparazione, ricostruzione e miglioramento delle stesse.</i> 2)...<i>La manutenzione e il ripristino di opere e manufatti in alveo deve essere realizzata di norma con i criteri dell'ingegneria naturalistica.</i></p> <p>Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi (paragrafo 6.5.3) PAI 1999 <i>Gli interventi di manutenzione idraulica ... tendono a migliorare le caratteristiche naturali dell'alveo, salvaguardando la varietà e molteplicità della vegetazione ripariale, a eliminare gli ostacoli al deflusso di piena in alveo e in golena</i></p> <p>Relazione del PAI (Art.13.5) <i>I programmi triennali degli interventi riguardano:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>manutenzione degli alvei, delle opere di difesa e dei versanti</i> • <i>opere di sistemazione e difesa del suolo</i> • <i>interventi di rinaturazione dei sistemi fluviali e dei versanti</i> • <i>interventi e opere nel settore agricolo e forestale finalizzate alla difesa idraulica ed idrogeologica</i> • <i>adeguamento opere viarie di attraversamento</i> <p>(Art. 14.1) <i>Il piano ha l'obiettivo di promuovere gli interventi di manutenzione del</i></p>

	<p><i>territorio e delle opere di difesa, quali elementi essenziali per assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale e paesaggistica del territorio; in particolare di mantenere:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>In buono stato idraulico e ambientale il reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e in golena</i> • <i>In buone condizioni idrogeologiche e ambientali i versanti</i> • <i>In piena funzionalità le opere di difesa essenziali per la sicurezza idraulica e idrogeologica</i> <p><i>E inoltre garantire:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>La funzionalità degli ecosistemi</i> • <i>La tutela della continuità ecologica</i> • <i>La conservazione e l'affermazione delle biocenosi autoctone</i> <p><i>(Art.14.2): Gli interventi di manutenzione del territorio fluviale e delle opere devono tutelare le caratteristiche naturali dell'alveo, salvaguardare e ricostituire la varietà e la molteplicità delle biocenosi riparie autoctone e la qualità ambientale e paesaggistica del territorio e ... devono essere effettuati in maniera tale da non compromettere le funzioni biologiche del corso d'acqua e degli ecosistemi ripariali , fatto salvo il rispetto delle esigenze di officiosità idraulica</i></p> <p><i>(Art.14.4):gli interventi di manutenzione dei versanti e delle opere di consolidamento o protezione dai fenomeni di dissesto devono tendere al mantenimento di condizioni di stabilità, alla protezione del suolo da fenomeni di erosione accelerata e instabilità, al trattenimento idrico ai fini della riduzione del deflusso superficiale e dell'aumento dei tempi di corrivazione. In particolare privilegiano il ripristino dei boschi, la ricostituzione dei boschi degradati e di zone umide, i reimpianti, il cespugliamento, la semina di prati ed altre opere a verde. Sono inoltre effettuati in maniera tale da non compromettere le funzioni e le caratteristiche naturali degli ecosistemi...</i></p>
<p>Comitato di consultazione Autorità di Bacino Po</p>	<p><i>Il comitato di consultazione dell'Autorità di Bacino Po ritiene che debbano essere considerate attività di manutenzione tutte le azioni volte al mantenimento e al ripristino della funzionalità ecologica del territorio oltre alla funzionalità idraulica di tutte le opere, manufatti e strutture necessarie per il perseguimento degli obiettivi del PSAI.</i></p> <p><i>Gli interventi di rinaturazione, se volti al ripristino della funzionalità ecologica di un ecosistema o parte di esso (es. i tratti fluviali) sono da considerare interventi di manutenzione del territorio."</i></p> <p><i>L'attività di manutenzione non deve riguardare solo le opere ed i corsi d'acqua bensì l'intero territorio del bacino, assumendo la priorità della manutenzione dei corsi d'acqua in montagna, collina e pianura delle loro pertinenze e del reticolo artificiale di pianura .</i></p> <p>Il comitato di consultazione dell'Autorità di Bacino Po afferma inoltre la netta distinzione tra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>la manutenzione ordinaria</i>, caratterizzata dalla continuità e periodicità dell'azione e possibilmente da progetti di modeste dimensioni, che possano essere affidati e realizzati da soggetti , anche non istituzionali, legati al territorio, da effettuarsi con procedure differenti da quelle di assegnazione dei grandi appalti.

	<ul style="list-style-type: none"> • la manutenzione straordinaria, caratterizzata da interventi non necessariamente periodici , ma volti a ripristinare la funzionalità idraulico-ambientale del territorio, da effettuarsi, prevalentemente, con procedure tradizionali di affidamento dei lavori”.
Autorità di Bacino Adige	<p>Relazione PS 2001</p> <p>(Par.1.6) <i>Gli interventi di manutenzione idraulica e idrogeologica e quelli di gestione del patrimonio forestale ad essi collegati, che adottano per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica, sono finalizzati a conservare il buon regime idraulico dei corsi d'acqua; assicurare adeguate sistemazioni idraulico agrarie; agevolare il deflusso delle piene; favorire la creazione di nuove aree di esondazione; curare l'efficace manutenzione delle opere idrauliche, dando preferenza al recupero di sezioni di deflusso a cielo aperto nei corsi d'acqua tombinati; ripristinare la naturalità degli alvei e tutelarne la relativa biodiversità; ricostituire le cenosi di vegetazione spontanea</i></p> <p>(Par.2.6) <i>Rientrano tra gli interventi previsti: le opere per garantire un miglior assetto idrogeologico dei versanti, la realizzazione e la manutenzione delle opere di difesa del territorio, il consolidamento e la stabilizzazione delle aree franose , la difesa dei suolo dall'erosione, le sistemazioni idraulico agrarie e idraulico forestali, nonché le opere di gestione del patrimonio forestale principalmente finalizzate a ricostituire o migliorare i boschi, a ricostituire zone a verde ivi comprese aree di nuovo prato permanente, a favorire la rinaturalizzazione delle aree abbandonate dall'agricoltura, a mantenere la vitalità delle colture tradizionali.</i></p> <p><i>Tutti gli interventi indicati adottano per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica.</i></p> <p>Progetto Preliminare Stralcio</p> <p>Progetto n.1 Difesa del suolo- Sistemazione idrogeologica dei bacini montani, rischio di frane, di valanghe e sismico</p> <p><i>Il mantenimento migliorativo non comprende solo la manutenzione ordinaria e straordinaria, ma anche la continuità e la costanza delle attività di pianificazione forestale integrata con quelle di pianificazione urbanistica, l'integrazione continua delle opere e, soprattutto, la rinaturalizzazione dei sottobacini da operare utilizzando le tecniche dell'ingegneria naturalistica, da perfezionare alla luce delle esperienze acquisite.</i></p> <p>Progetto n.2 Difesa del suolo- Regimazione dei corsi d'acqua</p> <p><i>Anche in questo caso il mantenimento migliorativo non significa solo manutenzione ordinaria e straordinaria, ma significa anche completamento delle opere, consolidamento delle parti fatiscenti o danneggiate, adeguamento alle nuove necessità di difesa e/o rinaturalizzazione.....</i></p>
Autorità di Bacino Alto Adriatico	<p>Progetto PS sicurezza idraulica medio e basso corso Piave.</p> <p>(3.4.2.6). Linee guida per la manutenzione idraulica</p> <p><i>Gli interventi di manutenzione, in qualche modo distinti da quelli di carattere sistematico da sviluppare nel medio corso, dovranno perciò tendere alla eliminazione delle locali situazioni di pericolo, concorrendo al ripristino della capacità di deflusso delle sezioni dei corsi d'acqua, al recupero della funzionalità delle opere idrauliche, inteso come restauro e/o consolidamento di manufatti, alla riqualificazione dell'ambiente fluviale.</i></p>

	<p><i>La progettazione degli interventi.....utilizzerà a livello esecutivo, per quanto possibile, le tecniche particolari dell'ingegneria naturalistica.</i></p>
<p>Autorità di Bacino Arno</p>	<p>Piano Stralcio Rischio Idraulico 1999</p> <p>Direttiva 4. Criteri per la manutenzione ordinaria <i>Gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle parti deteriorate degli elementi di difesa e gli interventi necessari per integrare e mantenere in efficienza le sezioni originarie di deflusso del corso d'acqua</i></p> <p>Direttiva 5. Criteri per la manutenzione straordinaria <i>Gli interventi di manutenzione straordinaria riguardano le opere di costruzione, sistemazione, riparazione, modifica e sostituzione degli elementi di difesa necessari per il rinnovamento degli elementi stessi, per il loro risanamento e consolidamento nonché per la loro trasformazione in opere anche diverse dalle originarie ma compatibili e funzionali ai compiti di difesa idraulica ai medesimi assegnata. ...Ove possibile gli interventi dovranno garantire il massimo risultato ambientale attraverso l'utilizzo di strutture flessibili spontaneamente rinaturabili e di tecniche di ingegneria naturalistica.</i></p> <p>Norme attuazione PAI Titolo 3 Art. 21 – Criteri di intervento. Gli interventi di manutenzione idraulica e idrogeologica, di sistemazione e difesa del suolo, fermo restando quanto indicato nel Piano di bacino, stralci per la riduzione del “Rischio idraulico”, “Qualità delle acque” e “Attività estrattive”, oltre a garantire la massima funzionalità ai fini della mitigazione della pericolosità e del rischio idrogeologico sul territorio, saranno informati ai seguenti criteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>protezione e recupero dei biotopi locali e delle specie rare ed endemiche</i>, attraverso le opportune valutazioni in sede progettuale e ponendo in opera adeguate precauzioni durante la fase di cantiere; • <i>diversità morfologica</i> atta a preservare una biocenosi il più possibile ricca e diversificata, nella valutazione complessiva che l'eterogeneità morfologica dell'habitat costituisce il valore essenziale ai fini della biodiversità; • <i>conservazione e, ovunque possibile, miglioramento delle condizioni di naturalità</i> dei corsi d'acqua, previa analisi dei rapporti funzionali tra l'ecosistema ripario e quello terrestre, interventi di riqualificazione ambientale e di conservazione e messa a dimora di specie compatibili con la buona officiosità, la sicurezza e la manutenzione dell'alveo; • <i>conservazione e creazione di corridoi biologici</i> atti a garantire il libero movimento degli organismi ed evitare l'isolamento e la conseguente estinzione di popolazioni animali; • <i>naturalità delle strutture</i> atta a limitare l'impiego di elementi strutturali, anche non visibili, che perturbino sensibilmente la naturalità dei siti; • <i>conservazione e sviluppo dei processi autodepurativi</i>, attraverso la realizzazione di interventi di differenziazione degli alvei tali da incrementare la diversità idrobiologica, di “ecosistemi filtro” e sistemi di fitodepurazione nelle aree di golena e di fondovalle, conservazione e messa a dimora, ove opportuno e possibile, di adeguate piante con capacità fitodepurativa, specie lungo le fasce riparie.

Autorità di Bacino Serchio	<p>Piano Stralcio Rischio Idraulico 2001</p> <p>Direttiva 4. Criteri per la manutenzione ordinaria <i>Gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle parti deteriorate degli elementi di difesa e gli interventi necessari per integrare e mantenere in efficienza le sezioni originarie di deflusso del corso d'acqua</i></p> <p>Direttiva 5. Criteri per la manutenzione straordinaria <i>Gli interventi di manutenzione straordinaria riguardano le opere di costruzione, sistemazione, riparazione, modifica e sostituzione degli elementi di difesa necessari per il rinnovamento degli elementi stessi, per il loro risanamento e consolidamento nonché per la loro trasformazione in opere anche diverse dalle originarie ma compatibili e funzionali ai compiti di difesa idraulica ai medesimi assegnata. ...Ove possibile gli interventi dovranno garantire il massimo risultato ambientale attraverso l'utilizzo di strutture flessibili spontaneamente rinaturabili e di tecniche di ingegneria naturalistica.</i></p>
Autorità di Bacino Tevere	<p>Linee guida per la manutenzione dei corsi d'acqua. 2000 <i>Con il termine manutenzione si intende il complesso delle operazioni da eseguire lungo un determinato corso d'acqua del bacino affinché non si verifichi un peggioramento delle condizioni globali e locali di deflusso tale da causare un fenomeno di dissesto incontrollato..... La manutenzione dei corsi d'acqua opera all'interno della più generale attività di sistemazione dell'assetto idrogeologico dei relativi bacini.</i></p>
Autorità di Bacino Liri Garigliano e Volturno	<p>Piano Straordinario . Piano mitigazione rischio frane</p> <p>3). Manutenzione <i>Si definisce manutenzione l'insieme di tutte quelle attività che hanno la funzione di ridurre la probabilità di frane di piccole dimensioni e di mitigare gli effetti di fenomeni di più rilevante estensione. La manutenzione si esplica attraverso una serie di interventi limitati e può essere riferita sia al territorio che alle opere su di esso esistenti. Nel primo caso , ogni qualvolta possibile e a seguito di valutazioni accurate è consentito il ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica descritte nelle Linee guida del Ministero dell'Ambiente.</i></p> <p>Misure di salvaguardia rischio idraulico (Art.9) Interventi di manutenzione ordinaria <i>Gli interventi di manutenzione ordinaria devono avere carattere periodico e attengono specificatamente ai seguenti elementi:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>la pulizia degli alvei....</i> • <i>Il mantenimento della funzionalità delle opere idrauliche esistenti..... Qualora si debbano realizzare interventi di manutenzione delle opere esistenti si dovrà cercare per quanto possibile di sostituire o integrare i manufatti tradizionali con quelli che rispondono ai criteri dell'ingegneria naturalistica.....</i>



Foto 10 – Area in dissesto prima dell'intervento. Atina (FR)



Foto 11 - Intervento di sistemazione della frana della foto10 con tecniche di ingegneria naturalistica, a 3 mesi dalla fine dei lavori. Atina (FR)

4. GLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE NEI PIANI DELLE AUTORITÀ DI BACINO NAZIONALI

Le Autorità di Bacino nazionali hanno affrontato le problematiche della manutenzione del territorio sia a livello normativo, sia predisponendo piani finanziari per gli interventi.

Vengono di seguito riportati i principali risultati di una analisi comparata della documentazione esistente presso la Segreteria Tecnica Difesa del Suolo, aggiornata al mese di settembre 2001.

Dallo studio risulta che tutte le Autorità di Bacino nazionali hanno approvato documenti sulla manutenzione sotto forma di direttive o linee guida, inseriti anche nelle norme di attuazione dei Piani (tab. 3)

Numerose Autorità di Bacino hanno inoltre previsto piani di intervento destinando finanziamenti specifici alla manutenzione.

In particolare l'Autorità di Bacino Po ha previsto nel prossimo ventennio un importo complessivo di 1083 miliardi pari a circa il 4,2% del fabbisogno globale stimato.

La Relazione del PAI Po riporta, a integrazione delle previsioni dell'art. 21 L183/89, che i programmi triennali degli interventi possono prevedere di riservare una quota dei finanziamenti disponibili, che corrisponda **almeno al 10%**, ad interventi di manutenzione del territorio (art.13.11bis).

Nel Programma di rilancio degli interventi di manutenzione dell'Autorità di Bacino Po (Allegato alla Deliberaz. 1/98 del 15 aprile 1998) ove (Par 4.1) si afferma che *l'obiettivo generale dell'azione di manutenzione è quello di mantenere in buono stato idraulico-ambientale gli alvei fluviali, in buone condizioni idrogeologiche i versanti ed in efficienza le opere idrauliche e quelle di sistemazione idrogeologica vengono richiamati:*

- Il Programma di manutenzione idraulica e forestale ex 267/93 con interventi finanziati per 49,5 miliardi e completamente attuato (Par.1)
- Le Raccomandazioni relative alla predisposizione degli Schemi previsionali e programmatici (C.I. 9/11/95): destinare **una quota tendenzialmente non inferiore al 50%** dei fondi disponibili agli interventi di manutenzione degli alvei e delle opere di difesa dai dissesti idrogeologici (Par.1)
- Il PS 45 (Del. 10/5/95) che ha individuato un programma straordinario di manutenzione stimato in 150 miliardi (Par.1)
- L'indirizzo assunto nel breve periodo di destinare **circa il 50%** dei finanziamenti della 183/89 per la difesa idrogeologica del triennio 97-99 (Par.2.2) alla manutenzione
- Il Programma interventi 1997-1999 che destina a opere di manutenzione nel settore difesa idrogeologica circa 100 miliardi. Tale importo integrato con i fondi della Regione Piemonte porta ad una percentuale **del 55%** del totale dei fondi per la protezione idrogeologica (Par.4.4.1)

Il PAI Po quantifica a regime un fabbisogno medio annuo per interventi di manutenzione sul bacino pari a 55 miliardi l'anno (Par.3.3.)



Foto12 - L'Autorità di Bacino del Po è una delle più attente ai problemi della manutenzione del territorio. Fiume Po a Pontelagoscuro(FE)

Il Progetto di Piano Stralcio Tutela Rischio Idrogeologico dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta e Bacchiglione, ha previsto 325 miliardi per la manutenzione dell'alveo, dei corpi arginali e dei manufatti idraulici.

L'Autorità di Bacino Adige ha previsto gli importi per la manutenzione nei finanziamenti per gli interventi di mitigazione del rischio

Il Progetto di Piano Stralcio Rischio Idrogeologico dell'Arno ha previsto per le sistemazioni idraulico-forestali e per la manutenzione 434 miliardi in 15 anni.

Il Progetto di Piano Stralcio Rischio Idrogeologico del Serchio ha previsto per la manutenzione delle opere idrauliche, degli interventi sulle frane e del reticolo idraulico secondario e per sistemazioni idraulico-forestali e bonifica delle frane quiescenti 538 miliardi in 15 anni.

Il PAI Tevere destina agli interventi di sistemazione idraulico-forestale estensivi ed alla manutenzione reticolo idraulico il 53% dell'importo previsto nel PAI pari a 1780 miliardi su 3350 (tab. 4) e riporta i costi unitari degli interventi di sistemazione idraulico-forestale estensivi (tab. 5)

I finanziamenti previsti per la manutenzione nell'aggiornamento degli schemi previsionali e programmatici dell'Autorità di Bacino Liri Garigliano e Volturno ammontano a 17 miliardi per interventi di manutenzione idraulica su un totale di 488 miliardi.

Nei documenti per la manutenzione si fa costantemente riferimento al D.P.R. 14 aprile 1993 Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale (all.3).

In tab.6 è riportato un quadro riassuntivo dei principali finanziamenti previsti per la manutenzione dalle Autorità di Bacino nazionali

Tab.3 – PRINCIPALI RIFERIMENTI SULLA MANUTENZIONE NEI DOCUMENTI DELLE AUTORITÀ DI BACINO NAZIONALI - QUADRO RIASSUNTIVO

PO	ADIGE	ALTO ADRIATICO	ARNO	SERCHIO	TEVERE	LIRI GARIGLIANO VOLTURNO
Programma di rilancio degli interventi di manutenzione (All.Del.1/98) Relazione PAI	Progetto preliminare Stralcio del Piano di Bacino Relazione tecnica Piano Stralcio Tutela Rischio Idrogeologico Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, da frana e da colata detritica	Direttive per la manutenzione idraulica e forestale art.3DL 20 /5/93 Programma di manutenzione idraulica e forestale nell'ambito degli ecosistemi fluviali art.3DL 20 /5/93 Progetto Piano Stralcio sicurezza idraulica medio e basso corso. Piave Relazione C.I. 22/1/01: 3.4.2.6Linee guida per la manutenzione idraulica 3.4.2.7Azioni di politica forestale Norme di attuazione C. I. n.2/2001 Art.6 piano manutenzione idraulica e forestale Art.7 manutenzione idraulica	Piano Stralcio Rischio Idraulico 1999 6.3.2 Criteri per la manutenzione ordinaria e straordinaria 6.3.3 Piano di manutenzione della vegetazione	Progetto Piano Stralcio Tutela Rischio Idrogeologico 2001 Dirett.4 Criteri per la manutenzione ordinaria Dirett.5 Criteri per la manutenzione straordinaria	PAI 2000 Linee guida per la individuazione e definizione degli interventi di manutenzione delle opere idrauliche e di mantenimento dell'officiosità idraulica della rete idrografica	PSAI Norme attuazione rischio idraulico All.C: criteri per la redazione dei progetti degli attraversamenti e rilevati interferenti con la rete idrografica, degli interventi di rinaturazione, di manutenzione, di regimazione e difesa idraulica, di idraulica forestale Programma di mitigazione del rischio frana Paragrafo 3: La manutenzione



Foto 13 - Lavori di regimazione idraulica - Anversa degli Abruzzi (AQ)

Tab. 4 - FINANZIAMENTI PREVISTI PER LA MANUTENZIONE NEL PAI TEVERE

Sup. tot bacino (ha)	Interventi sistemazione idraulico-forestale estensivi (miliardi)	Superficie sistemazioni idraulico-forestale estensive (ha)	Superficie sistemazioni idraulico-forestale estensive/ Sup. tot bacino	Costo di interventi di manutenzione idraulico-forestale estensivi /ha di sistemazione	Manutenzioni di reticolo idraulico (miliardi)
1.746.002	1.518	153.871	8,8%	9,865 milioni	262 in 5 anni

**Tab. 5 - PAI TEVERE
COSTI UNITARI INTERVENTI SISTEMAZIONE IDRAULICO-FORESTALE ESTENSIVI**

S tot interventi 153.871 ha		Costo (Milioni/ha)
S rimboschimenti	28,1 %	19
S rinfoltimenti	26,7 %	8
S avviamenti	38,7 %	3
S sistemazioni	6,5 %	15

Tab. 6 - QUADRO RIASSUNTIVO DEI PRINCIPALI FINANZIAMENTI PREVISTI PER LA MANUTENZIONE DALLE AUTORITÀ DI BACINO NAZIONALI (miliardi)

	PO	ADIGE *	ALTO ADRIATICO	ARNO	SERCHIO	TEVERE	LIRI
Tot PAI	25446	-	5400	4030	2109	3350	-
Manutenzione	1083	-	325	434	538	1780	-(17*)
%manutenz/tot PAI	4,2		6	10,7	25,5	53	
	*Gli importi per la manutenzione sono compresi negli interventi di mitigazione del rischio						*Schemi previsionali e programmatici

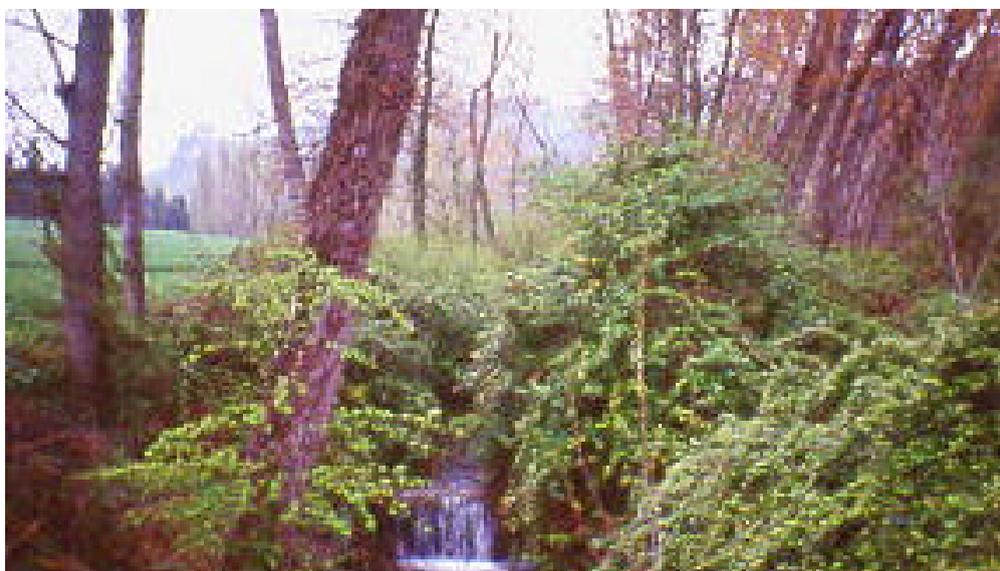


Foto14 – Il taglio della vegetazione in alveo è uno degli interventi di manutenzione più comuni nei corsi d’acqua. Rio Genica(PS)

5.TIPOLOGIE DEGLI INTERVENTI MANUTENTORI

I principali interventi di manutenzione riportati nell'All.3 del Programma di rilancio degli interventi di manutenzione dell'Autorità di Bacino Po *Direttiva per la progettazione degli interventi e la formulazione dei programmi di manutenzione* sono:

Interventi sugli alvei:

- rimozione rifiuti solidi e taglio vegetazione in alveo
- ripristino sezione alveo con eliminazione materiali litoidi
- ripristino sezione di deflusso in corrispondenza dei ponti
- rimozione depositi nelle opere minori
- opere idrauliche a carattere locale di modeste dimensioni

Interventi sui versanti:

- ripristino reti di scolo e drenaggio superficiali
- rimodellamento e chiusura fessure di taglio
- disgaggio massi
- ripristini localizzati di boschi, pascoli degradati, opere a verde
- opere di sostegno a carattere locale di modeste dimensioni

Interventi sulle opere di difesa idraulica:

- manutenzione degli argini e delle opere accessorie mediante taglio vegetazione sulle scarpate, ripresa di scoscendimenti, ricarica sommità arginale, ripristino del paramento, manutenzione manufatti connessi
- ripristino protezioni spondali a diversa tipologia (scogliere, gabbionate, muri in c.a) dissestate per scalzamenti al piede
- ripristino o consolidamento di briglie o soglie, da scalzamento di fondazioni o aggiramento o erosione
- ripristino opere ingegneria naturalistica



Foto 15- Briglia in pietra calcarea. Monti Lepini (LT)

Interventi sulle opere di difesa idrogeologica:

- manutenzione reti di drenaggio
- ripristino opere drenaggio superficiale
- ripristino opere di sostegno a carattere locale di modeste dimensioni

Nei Criteri di progettazione è inoltre riportato che ...*La manutenzione ed il ripristino di opere e manufatti in alveo deve essere realizzata di norma con i criteri dell'ingegneria naturalistica*

Le tipologie di interventi manutentori in funzione dei tipi di dissesto identificate nel capitolo sulla manutenzione del Programma di mitigazione del rischio frana del PSAI Liri sono:

Frane da crollo

- attività manutentorie finalizzate alla riduzione della probabilità dell'evento franoso:
- rimozione volumi instabili,
- estirpazione radici pericolose per apertura giunti,
- regimazione acque superficiali per evitare l'infiltrazione nei giunti con aumento della spinta e possibilità di crioclastismo,
- realizzazione opere di consolidamento al piede
- pulizia reti paramassi
- riabilitazione opere strutturali lesionate

Aree a rischio colate piroclastiche

- regimazione acque superficiali,
- piantagione arbusti,
- controllo delle opere (cunette, canali, briglie, muri, viminate vive etc.)

Frane su argille e flysch

- regimazione acque superficiali,
- manutenzione opere



Foto16 - Interventi di manutenzione sugli argini del F.Aniene. Roma

Analogamente l'ANBI nella documentazione della I conferenza sulla manutenzione del territorio, Torino 9 marzo 2001, descrive gli interventi:

Manutenzione sistema idraulico di pianura:

- sfalci e trinciature delle arginature e delle sponde interne dei canali per migliorare le condizioni di deflusso
- ripresa sponde in frana scoscese all'interno degli alvei
- pulizia dei cavi volta alla rimozione dei materiali limosi e argillosi che a causa delle basse velocità dell'acqua sedimentano in alveo
- ripresa dei fontanazzi e delle infiltrazioni che attraversano i corpi arginali
- posa di diaframmi impermeabili lungo le arginature per contenere la linea di saturazione delle acque ed evitare la formazione di pericolosi sifonamenti e conseguenti cedimenti arginali
- manutenzione dei manufatti in genere: parte edilizia, apparecchiature elettriche, meccaniche e carpenterie metalliche connesse al funzionamento di paratoie e impianti di sollevamento.



Foto 17 - La rinaturazione delle sponde ed il restauro dell'ecosistema ripariale sono uno dei principali interventi di manutenzione sui corsi d'acqua. Monteleone di Spoleto(TR)

Comprensorio montano:

- sistemazione delle pendici e dei versanti in frana dei territori acclivi
- controllo del dilavamento e dell'erosione dei terreni
- valorizzazione agronomica del suolo attraverso la sistemazione delle strade interpoderali, degli acquedotti rurali, dei bacini collinari

- regimazione idraulica attraverso la riapertura e/o la sagomatura dei fossi, correzioni d'alveo, realizzazione di opere di stabilizzazione dei corsi d'acqua minori (briglie, soglie, difese di sponda)
- interventi di forestazione: messa a dimora di piante, manutenzioni alle piantagioni già effettuate (trasformazione dei boschi cedui in alto fusto,...).

Da un'analisi comparata e integrata delle tipologie di manutenzione descritte dalle Autorità di Bacino Po, Liri, dall'ANBI e dalla Regione Piemonte (Del. GR 2 agosto 1999 49-28011 "Approvazione degli indirizzi e tecnici e procedurali in materia di manutenzione idraulico-forestali") ne risulta la seguente tabella di sintesi

Tab. 7 - PRINCIPALI TIPI DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Interventi sugli alvei:

- *rimozione rifiuti solidi e taglio della vegetazione in alveo di ostacolo al deflusso regolare delle piene orientativamente trentennali*
- *ripristino della sezione di deflusso dell'alveo con eliminazione dei materiali litoidi di ostacolo al regolare deflusso*
- *ripristino sezione di deflusso in corrispondenza dei ponti e opere d'arte*
- *rimozione dei depositi nelle opere idrauliche minori*
- *ripristino della funzionalità dei tratti tombati per riportarli a luce libera*
- *rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantagione di specie autoctone*
- *rimozione di alberi pericolanti sui versanti o impluvi prospicienti il corso d'acqua principale oggetto di manutenzione*



Foto18 - Lo svuotamento periodico delle briglie selettive è necessario per il ripristino dell'efficienza dell'opera. Alto Adige

Interventi sulle opere di difesa idraulica:

- *manutenzione degli argini e delle opere accessorie mediante taglio della vegetazione sulle scarpate, ripresa di scoscendimenti delle sponde, ricarica di sommità arginale, conservazione e ripristino del paramento, manutenzione dei manufatti connessi (chiaviche, scolmatori, botte a sifone, parte edilizia, apparecchiature elettriche, meccaniche e carpenterie metalliche connesse al funzionamento di paratoie e impianti di sollevamento, etc.), ripresa dei fontanazzi e delle infiltrazioni che attraversano i corpi arginali*
- *posa di diaframmi impermeabili lungo le arginature per contenere la linea di saturazione delle acque ed evitare la formazione di pericolosi sifonamenti e conseguenti cedimenti arginali*
- *rinaturazione delle protezioni spondali (scogliere, gabbionate, etc.) con tecniche di ingegneria naturalistica*
- *manutenzione e completamento delle protezioni spondali dissestate, utilizzando ove possibile le tecniche di ingegneria naturalistica*
- *ripristino dell'efficienza delle opere trasversali (briglie, salti di fondo, soglie) in dissesto; svuotamento periodico delle briglie selettive*
- *opere di sostegno delle sponde e dei versanti del corso d'acqua a carattere locale e piccole opere idrauliche di modeste dimensioni realizzate con materiali reperiti in loco (legno e pietrame) e l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica*
- *ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le sponde dei corsi d'acqua mediante tecniche di ingegneria naturalistica*
- *ripristino e manutenzione delle opere ingegneria naturalistica*



Foto 19 - Ripristino della sezione di deflusso in corrispondenza dei ponti. .F. Tevere Roma

Interventi sui versanti:

- *manutenzione e ripristino delle reti di drenaggio superficiale*
- *interventi di regimazione idraulica superficiale attraverso la riapertura e/o la sagomatura dei fossi, correzioni d'alveo, realizzazione di opere di stabilizzazione dei corsi d'acqua minori (briglie, soglie, difese di sponda)*
- *sistemazione delle aree in erosione o in frana possibilmente con tecniche di ingegneria naturalistica*
- *attività forestali e selvicolturali per il controllo della stabilità dei versanti: messa a dimora di piante arboree ed arbustive, manutenzioni delle piantagioni già effettuate (rinfoltimenti ,trasformazione dei boschi cedui in alto fusto, etc....)*
- *controllo delle opere (cunette, canali, briglie, muri, viminate vive etc.)*
- *ripristini localizzati dei pascoli degradati, opere a verde*
- *manutenzione opere di sostegno e consolidamento frane*
- *realizzazione opere di consolidamento al piede*
- *valorizzazione agronomica del suolo attraverso la sistemazione delle strade interpoderali, degli acquedotti rurali, dei bacini collinari*
- *manutenzione strade secondarie e forestali*
- *rimodellamento e chiusura fessure di taglio*
- *disgaggio massi e rimozione volumi instabili,*
- *estirpazione radici pericolose per apertura giunti*
- *pulizia reti paramassi*



Foto 20 - Interventi di manutenzione sui sentieri del Parco Nazionale del Vesuvio(NA)

6. CRITERI PER LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO A COMPATIBILITA' AMBIENTALE

6.1 Il ruolo della vegetazione nella difesa del suolo

Le piante svolgono un'importante funzione nella difesa del suolo contrastando l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici, in particolare delle precipitazioni, tramite azioni di tipo meccanico e di tipo idrologico.

Le azioni di tipo meccanico derivano dall'interazione fisica delle radici delle piante con il substrato e si traducono essenzialmente nella protezione del suolo dalle acque dilavanti unitamente alla stabilizzazione dello strato superiore dello stesso.

In particolare:

- le radici legano le particelle di suolo diminuendone la erodibilità e lo rinforzano, aumentandone la resistenza al taglio con un meccanismo analogo a quello delle terre rinforzate
- le radici degli arbusti possono funzionare da chiodi vivi ancorando alla roccia stabile sottostante lo strato superiore instabile.
- le radici degli alberi possono fornire un supporto stabile al suolo formando degli aggregati assimilabili a pilastri di terra rinforzata che fungono da sostegno diretto o da spalle al suolo non stabilizzato che vi si scarica con effetto arco.



Foto 21- Le radici delle piante legano le particelle di suolo e lo rinforzano, aumentandone la resistenza al taglio. M.Bianco

L'azione protettiva delle piante sui versanti si traduce quindi nella conservazione del suolo con la riduzione del trasporto solido a valle.

Sui versanti poco stabili l'effetto degli alberi può però tradursi in fenomeni contrari alla stabilità del pendio stesso in quanto:

- il peso degli alberi costituisce un sovraccarico che nella sua componente parallela al versante produce un effetto destabilizzante
- l'effetto del vento si traduce nella trasmissione di sforzi dinamici alla scarpata a causa del momento flettente indotto

Il ruolo di una copertura vegetale può risultare comunque essenziale ai fini della stabilità anche nelle situazioni geomorfologiche più sfavorevoli (forti pendenze, substrati erodibili, ecc.), ove l'azione protettiva di una copertura arbustiva o erbacea piuttosto che arborea può risultare determinante ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico.



Foto 22 – Le specie pioniere riescono a colonizzare anche situazioni difficili per la vita vegetale. *Fraxinus ornus* sui porfidi presso Bolzano

Analogamente la vegetazione svolge sul pendio azioni di tipo idrologico:

- le foglie intercettano le precipitazioni e causano perdite per assorbimento ed evaporazione che riducono la percentuale di pioggia per l'infiltrazione

- i fusti, le foglie delle specie erbacee e le radici aumentano la scabrezza della superficie e la permeabilità del suolo incrementando la capacità di infiltrazione dei suoli
- le piante estraggono l'umidità dal suolo e la disperdono nell'aria con l'evapotraspirazione, con una riduzione del contenuto idrico del suolo



Foto23 – I popolamenti forestali esercitano una azione regimante essenziale ai fini della riduzione del rischio idrogeologico. Appennino marchigiano (PS)

Esiste quindi un effetto importante dei popolamenti forestali sul ciclo idrologico riconducibile a due azioni fondamentali :

- l'alta efficienza dei popolamenti forestali nell'evaporazione dell'acqua intercettata che contribuisce ad una significativa riduzione dei deflussi
- il ruolo dei suoli forestali evoluti

con il risultato di una azione regimante sui fenomeni di piena, essenziale ai fini della riduzione del rischio idrogeologico.

Le funzioni di regolazione del ciclo idrologico che esercitano i suoli forestali evoluti consistono essenzialmente nel favorire il deflusso delle acque meteoriche nei macropori a velocità ridotta, nel loro assorbimento e successivo rilascio graduale con un aumento del tempo di corrivazione e la riduzione dei picchi di piena a valle.

Il potere regimante ed antierosivo del bosco trova conferma in numerose indagini sperimentali che dimostrano, ad esempio, che il taglio a raso provoca aumenti del deflusso compresi fra il 20 e l'80 %, con incremento degli eventi di piena dal 50% al 100%.

Si comprende quindi il ruolo essenziale della copertura vegetale ai fini della prevenzione dei dissesti idrogeologici nelle sue varie articolazioni di bosco con terreni forestali evoluti fino ai popolamenti arbustivi ed erbacei, importantissimi nelle aree instabili.



Foto 24 – La pressione da pascolo troppo intensa per secoli ha portato alla distruzione della copertura forestale ed alla erosione del suolo. Appennino abruzzese presso Pescina (AQ)

6.2 Le azioni di prevenzione in montagna e collina

Nella parte alta del bacino, ove prevale l'attività erosiva, la manutenzione va intesa come conservazione del suolo e trattenimento delle acque il più a lungo possibile. Si ottengono così benefici di carattere meccanico ed idraulico, in quanto la copertura vegetale viva, tramite le radici, consolida il suolo e, tramite la parte aerea, lo protegge dall'erosione, migliorandone la capacità di laminazione delle piene.

Accanto ai tradizionali interventi di rimboschimento e di miglioramento dei boschi degradati con specie arboree autoctone, vanno incentivati gli interventi diffusi di controllo dell'erosione, del deflusso superficiale e di consolidamento dei versanti in frana con la messa a dimora di specie erbacee ed arbustive autoctone; inoltre gli interventi di mantenimento della funzionalità del reticolo idraulico e di ricostituzione di zone umide per l'aumento del tempo di corrivazione e la diminuzione della portata di piena e del trasporto solido, comportano una riduzione del rischio idrogeologico, oltre all'aumento della biodiversità e della qualità ambientale e paesaggistica del territorio con un beneficio anche economico a valle, dovendosi in genere prevedere opere di protezione minori.



Foto 25 - Gli interventi di rimboschimento e di miglioramento dei boschi degradati sono essenziali nella manutenzione del territorio. M. Cimini (VT)

Per tutti gli interventi indicati vanno adottate per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

I principali tipologie d'intervento sono riportate in tab.8



Foto 26 - La sistemazione delle aree con fenomeni erosivi e la ricostituzione del cotico erboso in montagna contribuiscono alla riduzione del rischio a valle. Gran Sasso (TE)

6.3 Le sistemazioni agrarie collinari

Per quanto riguarda le attività agricole, prevalenti nella fascia collinare, le sistemazioni idraulico-agrarie, che avevano raggiunto nella prima metà del secolo scorso un notevole livello di perfezione, in seguito alla specializzazione delle colture ed alla crescente meccanizzazione, sono state in gran parte abbandonate ed eliminate, con il risultato di un incremento dei fenomeni di instabilità dei versanti.

Risulta pertanto essenziale il ritorno ad un governo delle acque con adeguata rete di scolo superficiale basata sulle fosse livellari a girapoggio, collegate a collettori naturali o artificiali, unitamente ai drenaggi profondi, ove necessario.

Ai fini della conservazione del suolo, risulta di notevole importanza la presenza di una copertura vegetale erbacea in quanto il cotico erboso esplica una

notevole azione nella difesa dal ruscellamento. Questo vale non solo nella manutenzione dei pascoli e dei prati, ma anche nel caso dei frutteti e vigneti ove la realizzazione di strisce erbose tra le file impedisce la perdita del suolo. Vanno anche considerate le azioni da intraprendere per la protezione antierosiva sui terreni abbandonati alle pratiche agricole che possono consistere in semplici regimazioni idrauliche accompagnate da semine e/o piantagioni di specie arbustive pioniere.



Foto 27- La realizzazione di strisce erbose tra le file dei frutteti e vigneti riduce notevolmente la perdita del suolo. Oliveti presso Monasterace (VV)

Per la prevenzione del rischio idrogeologico va poi effettuata una corretta gestione delle colture agrarie :

- effettuare una scelta appropriata delle colture, soprattutto nelle aree instabili, come, ad esempio, nelle aree argillose collinari, privilegiando le colture erbacee che proteggono il suolo nella stagione avversa (foraggere, prati stabili, prati pascoli) lasciando alle colture annuali le aree a minore pendenza
- limitare la frequenza e la profondità delle arature nei suoli con scadenti caratteristiche geotecniche ed in pendenza
- prevedere sui versanti strisce parallele di separazione tra i campi coltivati, con destinazione a prato, per ridurre l'azione erosiva delle acque dilavanti.
- realizzare interventi di miglioramento del cotico erboso dei prati spontanei (semine, piccole lavorazioni, concimazioni)
- ricostruire il sistema delle siepi campestri e delle reti ecologiche

Per tutti gli interventi indicati vanno adottate per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica.



Foto28 - Nei suoli in pendenza e con scadenti caratteristiche geotecniche va limitata la frequenza e la profondità delle arature. Appennino Romagnolo(RN)

6.4 La manutenzione del reticolo idrografico di pianura

Per quanto riguarda gli interventi di recupero della funzionalità del reticolo idrografico di pianura il complesso delle opere e dei sistemi idraulici, realizzato in passato a presidio degli assetti idraulici ed idrogeologici del territorio, non è più completamente funzionale, per il naturale invecchiamento degli impianti e per le trasformazioni del territorio, con aumento del rischio di esondazione.

Va quindi effettuata una intensa attività di manutenzione delle opere (adeguamento e risagomatura di canali di scolo, ammodernamento delle idrovore, etc.) e del territorio che comprenda la sistemazione degli argini e delle sponde in erosione, la realizzazione di aree esondabili naturali, la realizzazione di vasche di laminazione delle piene, la ricostituzione delle fasce di vegetazione ripariale per la funzionalità delle reti ecologiche con l'aumento della biodiversità; andrebbero anche previsti interventi integrati di fitodepurazione e di lagunaggio.



Foto29 - La manutenzione dei canali di bonifica con criteri naturalistici è essenziale ai fini della ricostituzione delle reti ecologiche in pianura

Tutti gli interventi indicati adottano per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

6.5 La manutenzione del territorio nelle aree percorse da incendio

Il fuoco è un componente naturale dell'ecosistema mediterraneo ed ha avuto un ruolo fondamentale nella determinazione dell'attuale paesaggio vegetale, che è il risultato di una evoluzione ove la pressione antropica con l'incendio per ottenere aree per il pascolo o l'agricoltura si manifesta da circa 10.000 anni.

La resilienza della vegetazione ,che rappresenta la capacità di ritornare alle condizioni iniziali a seguito degli incendi, varia in funzione delle forme biologiche presenti e del tipo di riproduzione dopo il fuoco.

Le specie legnose sempreverdi della macchia e della lecceta hanno, in genere, capacità di ripresa vegetativa tramite l'emissione di polloni dagli organi ipogei non bruciati, mentre producono pochi semi. Le specie con capacità di ripresa vegetativa posseggono poi un sistema radicale più sviluppato delle specie legnose con rigenerazione da seme, che garantisce un miglior consolidamento del suolo.



Foto 30 - Le conifere bruciano facilmente e non hanno capacità di ripresa vegetativa. Rimboschimenti sull'Appennino Romagnolo (RN)

Le conifere sono, in genere, specie con rigenerazione da seme, producono moltissimi semi, ma non hanno capacità di ripresa vegetativa.

Nel bacino del Mediterraneo l'evoluzione delle fitocenosi in presenza del fuoco ha premiato le specie sempreverdi con capacità di riproduzione vegetativa (leccio, fillirea, lentisco alaterno, etc.) rispetto alle specie sempreverdi a riproduzione da seme (pini, cisti).

Ne risulta una miglior efficienza della macchia e della lecceta rispetto al bosco di conifere (nella maggioranza dei casi di impianto artificiale) nel recupero della vegetazione e nella difesa del suolo.

La resilienza della vegetazione mediterranea nella capacità di ricostituire l'assetto vegetazionale preesistente l'incendio trova un limite nella frequenza degli incendi. Gli incendi ripetuti alterano la vegetazione mantenendola negli stadi pionieri e causano l'impovertimento del suolo e l'erosione. Tale degradazione irreversibile comporta la distruzione della foresta sempreverde mediterranea e la comparsa di una gariga a cisti ed eriche. Il degrado del suolo può essere talmente avanzato che, anche cessando l'impatto, il recupero della vegetazione verso le forme più evolute è impossibile.



Foto 31 - Ampelodesmos mauritanicus: una pirofita favorita dagli incendi. M.Lepini (LT)

Principi di manutenzione del territorio percorso da incendi

Data la grande capacità di recupero spontaneo delle fitocenosi mediterranee va valutata sempre l'ipotesi del **non intervento**, come peraltro previsto dalla legge quadro del 21.11.2000, che impone nelle aree incendiate il divieto del rimboschimento e degli interventi di ingegneria naturalistica oltre che del pascolo.

Uno studio da parte di un tecnico qualificato dovrà verificare in funzione della tipologia vegetazionale preesistente, delle forme biologiche dominanti e del tipo di capacità riproduttiva, il dinamismo vegetazionale in atto e la eventuale necessità di un intervento per la difesa del suolo.

Una volta appurata la necessità dell'intervento le attività comprenderanno:

Interventi per la riduzione del rischio di incendi ripetuti

Dal momento che i fenomeni principali di degrado sono legati agli incendi ripetuti, per evitarli andranno previsti:

- Pulizia del terreno delle specie bruciate per allontanare il materiale combustibile che aumenta il rischio di incendi; nel caso delle latifoglie arboree con la ceduzione viene favorita la ripresa spontanea delle piante



Foto 32 - Aree percorse dal fuoco nei M.Aurunci (LT)



Foto 33 - Boschi percorsi da incendio nei M.Aurunci (LT)

- realizzazione di tracciati tagliafuoco
- realizzazione di torri di avvistamento
- situazioni naturali di interruzione al fuoco quali prati o colture erbacee,
- formazione del volontariato
- incentivi ai proprietari o cooperative con i fondi della Legge della montagna per la manutenzione.

Interventi per la riduzione del rischio idrogeologico

- intervenire solo nelle situazioni più degradate, curando la protezione antierosiva superficiale, favorendo l'inerbimento ed il cespugliamento con specie autoctone; nelle altre situazioni sarà sufficiente favorire lo sviluppo delle pirofite presenti
- nel caso di incendi in rimboschimenti di conifere iniziare la riconversione verso i boschi di latifoglie autoctone a partire dagli stadi pionieri erbacei ed arbustivi, a seguito di analisi della serie dinamica della vegetazione autoctona
- effettuare solo le sistemazioni del drenaggio superficiale per evitare l'erosione diffusa dei suoli e le piccole sistemazioni idraulico forestali, impiegando le tecniche dell'ingegneria naturalistica



Foto 34 - Tracciati tagliafuoco presso P.Ala (GR)

6.6 Conclusioni

In conclusione nel piano degli interventi di manutenzione del territorio del bacino e delle opere di difesa si possono individuare, per le fasce montane, collinari e di pianura di un bacino idrografico, delle linee d'intervento principali mirate a:

- curare la efficace manutenzione delle opere di difesa idraulica e idrogeologica esistenti
- conservare il buon regime idraulico dei corsi d'acqua e favorire la creazione di nuove aree di esondazione
- ripristinare la naturalità dei corsi d'acqua tutelandone il ruolo di corridoi ecologici ricostituendo le fasce di vegetazione ripariale
- migliorare la funzionalità idraulica dei suoli forestali
- controllare i fenomeni di erosione superficiale, areale e lineare nella fascia montana e collinare, anche a seguito degli incendi;
- consolidare e stabilizzare i versanti
- curare interventi nel settore agricolo e forestale finalizzati alla difesa del suolo anche tramite incentivi per la pianificazione di attività agricolo-forestali e pastorali collaboranti e compatibili con la difesa del suolo.



Foto 35 - Il controllo dei fenomeni di erosione superficiale fa parte delle attività di manutenzione del territorio Millesimo (SV)

Le tipologie d'intervento possono quindi essere così schematizzate:

- rimboschimenti e miglioramento dei boschi esistenti
- sistemazione delle aree in erosione /frana
- sistemazioni idraulico-forestali
- sistemazioni idraulico-agrarie
- interventi di recupero della funzionalità del reticolo idrografico

Gli interventi di manutenzione del territorio e delle opere sono riportati in tab.8 e vanno previsti, ove possibile , con tecniche di ingegneria naturalistica



Foto 36 - Sistemazione di aree instabili con tecniche di ingegneria naturalistica. (TN)

Tab. 8 - PRINCIPALI INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEL TERRITORIO

PRINCIPALI INTERVENTI DI TIPO ESTENSIVO	INTERVENTI DI RINATURAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	PRINCIPALI INTERVENTI DI TIPO INTENSIVO
<p>Rimboschimenti</p> <ul style="list-style-type: none"> • rimboschimenti nelle zone marginali di montagna e collina con impiego di specie autoctone • risarcimenti e diradamenti selettivi • riconversione colturale degli impianti di resinose con sfoltimenti e incentivazione delle latifoglie autoctone <p>Sistemazioni idraulico-forestali estensive:</p> <ul style="list-style-type: none"> • interventi antiersivi e stabilizzanti privilegiando l'uso delle specie erbacee ed arbustive autoctone • rinaturazione aree abbandonate dall'agricoltura • realizzazione di drenaggi superficiali <p>Sistemazioni idraulico-agrarie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • realizzazione delle fosse livellari • realizzazione dei drenaggi superficiali • realizzazione di fasce erbose di separazione delle colture erbacee e nei frutteti e vigneti con pericolo di erosione • sistemazione delle aree con fenomeni erosivi e ricostituzione del cotico erboso • ricostruzione della rete delle siepi campestri 	<p>Rinaturazione dei corsi d'acqua e ricostituzione delle fasce di vegetazione ripariale</p> <p>Ripristino delle sezioni di deflusso, con l'eventuale taglio della vegetazione in alveo salvaguardandone il ruolo nella difesa e conservazione delle sponde secondo quanto previsto nel DPR 14 aprile 1993</p>	<p>Sistemazione di frane ed aree instabili</p> <p>Sistemazioni idraulico-forestali intensive per la regimazione dei corsi d'acqua montani:</p> <ul style="list-style-type: none"> • manutenzione delle opere trasversali (briglie, soglie, rampe) e longitudinali (argini, opere di protezione e consolidamento spondale) esistenti con sostituzione, ove possibile, di quelle in calcestruzzo con opere realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica; • realizzazione di nuove opere trasversali e longitudinali utilizzando, ove possibile, le tecniche di ingegneria naturalistica <p>Realizzazione di casse d'espansione di piccole dimensioni nei sottobacini ottenendo aree da sistemare secondo principi naturalistici, anche al fine di limitare la realizzazione di grandi vasche d'espansione nel fondovalle</p>

7. LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA PER LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO A COMPATIBILITA' AMBIENTALE

Le tecniche di ingegneria naturalistica, previste dalle Autorità di Bacino negli interventi di difesa del suolo e riqualificazione ambientale, rappresentano lo strumento operativo per il raggiungimento dell'obiettivo di una manutenzione diffusa del territorio a compatibilità ambientale, nell'ottica della prevenzione del rischio idrogeologico.

Tali tecniche comportano un minore impatto ambientale delle opere, la riqualificazione paesaggistica ed ambientale delle aree in erosione, l'aumento della biodiversità del territorio e contrastano lo spopolamento delle aree montane in quanto ad alto impiego di manodopera.

L'Ingegneria Naturalistica (I.N.), come è noto (A.I.P.I.N.), è una disciplina tecnica che utilizza:

- *le piante vive o parti di esse quali materiali da costruzione da sole o in abbinamento con altri materiali negli interventi antierosivi e di consolidamento*
- *materiali, anche solo inerti, infrastrutture ed altri provvedimenti volti a fornire condizioni favorevoli alla vita di specie animali.*
- *tecniche di rinaturazione finalizzate alla realizzazione di ambienti idonei a specie o comunità vegetali e/o animali*

allo scopo della ricostruzione di ecosistemi tendenti al naturale ed all'aumento della biodiversità.



Foto 37 - Palificata viva spondale sul canale di Mergozzo (VB)

Tali interventi possono venire realizzati con le piante da sole od in abbinamento con altri materiali quali il legno, il pietrame, le reti zincate, i geotessili, le biostuoie etc.

Le finalità di tali interventi sono principalmente quattro:

- tecnico-funzionale: di risoluzione di problemi tecnici come per esempio il consolidamento di una sponda fluviale o la stabilizzazione di un versante in frana;
- naturalistico-ecologica: non di semplice “ripristino a verde”, ma di realizzazione delle condizioni ecologiche di base per l’innescò dei processi tendenti verso ecosistemi evoluti con il massimo di biodiversità
- estetico-paesaggistica: di reinserimento delle opere nel paesaggio naturale
- economica: in quanto opere spesso competitive rispetto a quelle tradizionali



Foto 38 - Regimazione idraulica con briglie in legname e pietrame, grate vive e palificate vive nel P. Nazionale del Vesuvio (NA)

L’Ingegneria Naturalistica è una disciplina trasversale che:

- affronta i problemi progettuali con una visione sistemica
- pur avendo le sue radici nelle classiche sistemazioni idraulico-forestali, ha sviluppato un suo spazio scientifico-culturale autonomo

- privilegia l'attenzione al particolare del piccolo intervento piuttosto che alla grande opera, nella cognizione che l'obiettivo, ad esempio la sistemazione di una frana, si ottiene con una sommatoria di semplici interventi a bassa invasività

L'ingegneria naturalistica è nata in tempi remoti e si è sviluppata particolarmente nell'immediato dopoguerra nei paesi dell'arco alpino (Austria e Svizzera).

Le esperienze italiane, dapprima concentrate nelle regioni settentrionali (Alto-Adige, Trentino, Veneto, Friuli, Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Liguria) si sono poi estese a quelle centro-meridionali.

In Alto Adige, in particolare, opera da decenni l'Azienda speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo, al cui interno circa 50 tecnici ed operai dipendenti dell'amministrazione provinciale sono specializzati negli interventi di I.N..



Foto 39 - Sistema di briglie con tecniche di ingegneria naturalistica. Tarvisio (UD)

Molte Regioni hanno approvato norme sull'ingegneria naturalistica (in allegato) ed elaborato manuali tecnici (Emilia Romagna, Veneto, Piemonte, Lombardia, Liguria, Toscana, Lazio); il Gruppo Interregionale Recupero Ambientale I.N. (R.A.I.N.) e la Regione Lazio hanno, inoltre, realizzato video sull'I.N.

Oltre alle varie iniziative delle Regioni va ricordata l'attenzione del Ministero dell'Ambiente alle tecniche di I.N., fin all'inizio degli anni '90,

che si è tradotta nella pubblicazione di testi e nella creazione di strutture per il controllo di progetti di opere pubbliche:

- Pubblicazione del testo “Opere di Ingegneria Naturalistica sulle sponde; tecniche costruttive ed esempi nel cantone di Berna”(1993).
- Pubblicazione delle “Linee guida per Capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica e lavori di opere a verde” (luglio 1995 – aggiornamento Sett. 1997).
- Attività della Commissione VIA nel settore delle opere di mitigazione con tecniche di I.N., con notevoli ricadute sulle opere pubbliche e con effetto di moltiplicatore nei confronti degli altri Enti pubblici.
- Attività della Segreteria Tecnica Difesa del Suolo con prospettive di incidenza sulle sistemazioni del dissesto idrogeologico per la realizzazione di opere a compatibilità ambientale



Foto 40 - Palificata viva Roma in fase di costruzione. Cà i Fabbri (PS)

Le piante: il materiale da costruzione vivo

In un progetto di I.N. la capacità antierosiva e di consolidamento viene affidata, in ultima analisi alle piante vive che possono essere impiegate in varie forme quali semi, piante radicate, zolle, rizomi, talee.

Nella scelta delle specie da utilizzare, tra quelle autoctone appartenenti alla serie della vegetazione potenziale regionale, coerenti dal punto di vista ecologico con l'ambiente circostante, vanno individuate quelle che presentano le migliori caratteristiche biotecniche, cioè con un apparato radicale profondo ed esteso, che crescono più velocemente e garantiscono nel tempo la protezione ed il consolidamento del suolo .

Le specie legnose (le sole idonee per gli interventi di stabilizzazione o consolidamento) più adatte a operare in stazioni con caratteristiche ecologiche difficili, sono gli arbusti pionieri autoctoni con apparati radicali estesi e ramificati in grado di consolidare il substrato fino ad uno spessore medio di circa 1,5-2 metri; a tale azione puntuale o lineare di consolidamento va unita un'azione di protezione antierosiva areale del pendio tramite l'inerbimento.



Foto 41 - Apparato radicale di Salix purpurea. Cà i Fabbri (PS)

Le maggiori esperienze di utilizzo delle tecniche di ingegneria naturalistica sono state fatte nelle regioni dell'arco alpino caratterizzate da un clima più mesofilo (più fresco, più umido e con estati senza grossi stress idrici) di quello mediterraneo e quindi con situazioni ecologiche più favorevoli all'attecchimento delle piante.

Ne deriva la necessità di maggiori accorgimenti nella scelta delle specie vegetali per gli interventi di ingegneria naturalistica in ambito mediterraneo tramite idonee analisi floristiche e vegetazionali, in quanto le specie autoctone di comune impiego e maggiormente reperibili nei vivai non sempre garantiscono l'attecchimento nelle condizioni ecologiche difficili mediterranee.

Emerge quindi la esigenza della disponibilità di specie xerofile mediterranee erbacee, arbustive ed arboree, che non sempre il mercato vivaistico pubblico o privato è in grado di soddisfare.

Tale esigenza vale ancor più per le aree protette ove va garantita, per il pericolo dell'inquinamento genetico, la provenienza delle specie impiegate tramite la raccolta dal selvatico e la riproduzione delle specie in idonei vivai distribuiti sul territorio per fasce altitudinali.



Foto 42 - Sistemazione di versante calanchivo con tecniche di I.N. Monte Aquilone (RI)

Nelle tabelle 9 e 10 vengono riportati gli elenchi delle specie arboree ed arbustive autoctone comuni della flora italiana con l'indicazione della forma biologica (Pscap: fanerofite scapose, NP: nanofanerofite Pcaesp: fanerofite cespitose Plian fanerofite lianose) e del tipo corologico. Tale elenco è stato ottenuto elaborando i dati della Flora d'Italia di Pignatti con apposito

software (Petraroli, Cornelini e Petrella, 1993), selezionando le forme biologiche riferibili agli alberi ed agli arbusti e eliminando i corotipi ad ampia distribuzione.

Tali elenchi comprendono le entità floristiche arboree ed arbustive di potenziale impiego nelle varie regioni italiane negli interventi di rimboschimento, di rinaturazione e di ingegneria naturalistica, dopo attenta verifica della loro coerenza floristica ed ecologica e possono essere un riferimento per una produzione vivaistica mirata.

Le tecniche di ingegneria naturalistica

I settori d'intervento dell'ingegneria naturalistica vanno dal controllo del dissesto idrogeologico con il consolidamento dei versanti e le sistemazioni idrauliche, al recupero delle aree degradate, alle opere di minimazione dell'impatto ambientale e di rinaturazione in genere ed, in particolare:

- sistemazioni di versante antierosive, stabilizzanti e consolidanti
- sistemazioni idrauliche e rinaturalizzazione di zone umide;
- aree di espansione e briglie di ritenuta
- sistemazioni costiere e dunali;



Foto 43 - Interventi antierosivi superficiali: trapianto di zolle erbacee. Millesimo(SV)

- creazione di ecosistemi filtro;
- creazione di vasche di depurazione di acque provenienti dallo scolo delle acque bianche stradali;
- mitigazione degli impatti di infrastrutture lineari (rivegetazione delle scarpate, dei rilevati, delle aree residuali);
- mitigazione dell'inquinamento acustico tramite realizzazione di fasce vegetate o barriere antirumore verdi;
- riduzione dell'inquinamento atmosferico con fasce filtro vegetate;
- rivegetazione di versanti rocciosi (cave, scarpate stradali, imbocchi di gallerie, versanti rocciosi in genere) e delle ex discariche;
- creazione di opere di mitigazione per la fauna (sovrappassi e sottopassi, zone di tutela, rampe di risalita per pesci, ecc.);



Foto 44 - Regimazione idraulica superficiale con brigliette vive. Millesimo (SV)

Le tecniche di I.N. censite nelle Linee guida per capitolati speciali per interventi di ingegneria naturalistica del Ministero dell'Ambiente (in allegato) si dividono essenzialmente in:

Interventi antierosivi di rivestimento

Consistono essenzialmente nella protezione superficiale del suolo dall'azione erosiva degli agenti atmosferici in abbinamento all'azione della gravità, con particolare riferimento alle acque dilavanti.

Su una scarpata in pendenza o su terreni erodibili è da sempre riconosciuta l'azione antierosiva delle specie erbacee che, pur non scendendo molto in profondità con l'apparato radicale, creano tuttavia le condizioni per lo smorzamento dell'energia cinetica dell'acqua e per l'evoluzione dell'ecosistema. Oltre alle semine ed all'idrosemina si utilizzano, per raggiungere l'obiettivo progettuale, biostoie, stuoie sintetiche, rivestimenti vegetativi con reti metalliche, etc.



Foto 45 - Terra rinforzata rinverdita sulla sponda del canale di Mergozzo (VB)

Interventi stabilizzanti

Le tecniche stabilizzanti trovano applicazione, in abbinamento con quelle antierosive, nei casi in cui è richiesto un ancoraggio dello strato superficiale del terreno al substrato stabile. Le piante impiegate devono avere apparati

radicali più profondi ed estesi delle specie erbacee e, quindi, sono adatte le specie arbustive

Tali tecniche (gradonate vive, fascinate vive , cordonate vive, etc.) utilizzano le piante radicate pioniere con idonee caratteristiche biotecniche e, nelle situazioni ecologicamente compatibili, le talee delle specie a riproduzione vegetativa come le tamerici o i salici, arrivando ad interessare con le radici un strato di terreno profondo al massimo di 2 m..

Interventi combinati di consolidamento

Costituiscono in molti casi un'alternativa alle opere di sostegno in grigio ed impiegano, oltre alle piante, materiali non viventi che devono assicurare la resistenza meccanica della struttura in attesa della crescita della parte viva . Si va dall'uso dei tronchi in legno come nella palificata viva, alle terre rinforzate con geotessili ed armature metalliche, ai massi in roccia con impianto di talee nelle fessure, comuni nei corsi d'acqua montani.



Foto 46 - Interventi di rinaturazione sulle golene del canale di Mergozzo (VB)

**Tab. 9 - ELENCO INDICATIVO DELLE SPECIE ARBOREE AUTOCTONE
 COMUNI DELLA FLORA ITALIANA (Cornelini, Palmeri, Sauli, 2002) DI
 POTENZIALE IMPIEGO NEGLI INTERVENTI DI
 RINATURALIZZAZIONE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

	F. BIOLOGICA	TIPO COROLOGICO
ABIES ALBA MILLER	P SCAP	OROF. S-EUROP.
ACER CAMPESTRE L.	P SCAP	EUROP. -CAUCAS.
ACER OBTUSATUM W. ET K.	P SCAP	SE-EUROP.
ACER PSEUDOPLATANUS L.	P SCAP	EUROP. -CAUCAS.
ALNUS CORDATA (LOISEL.) DESF.	P SCAP	ENDEM.
ALNUS GLUTINOSA (L.) GAERTNER	P SCAP	PALEOTEMP.
ALNUS INCANA (L.) MOENCH	P SCAP	CIRCUMBOR.
BETULA AETNENSIS RAFIN.	P SCAP	ENDEM.
BETULA PENDULA ROTH	P SCAP	EUROSIB.
CARPINUS BETULUS L.	P SCAP	EUROP. -CAUCAS.
CASTANEA SATIVA MILLER	P SCAP	SE-EUROP.
CELTIS AUSTRALIS L.	P SCAP	EURIMEDIT.
CERCIS SILIQUASTRUM L.	P SCAP	S-EUROP. -SUDSIB.
CHAMAEROPS HUMILIS L.	P SCAP	W-STENOMEDIT.
FAGUS SYLVATICA L.	P SCAP	CENTRO-EUROP.
FRAXINUS EXCELSIOR L.	P SCAP	EUROP. -CAUCAS.
FRAXINUS ORNUS L.	P SCAP	S-EUROP. -SUDSIB.
LARIX DECIDUA MILLER	P SCAP	OROF. CENTRO-EUROP.
MALUS SYLVESTRIS MILLER	P SCAP	CENTRO-EUROP.
OSTRYA CARPINIFOLIA SCOP.	P SCAP	CIRCUMBOR
PICEA EXCELSA (LAM.) LINK	P SCAP	EUROSIB.
PINUS CEMBRA L.	P SCAP	EUROSIB.
PINUS HALEPENSIS MILLER	P SCAP	STENOMEDIT.
PINUS LARICIO POIRET	P SCAP	ENDEM.
PINUS NIGRA	P SCAP	NE-EURIMEDIT
PINUS PINASTER AITON	P SCAP	W-STENOMEDIT.
PINUS SYLVESTRIS L.	P SCAP	EURASIAT.
PINUS UNCINATA MILLER	P SCAP	NW-MEDIT. -MONT.
PIRUS PYRASTER BURGSD.	P SCAP	EURASIAT.
POPULUS ALBA L.	P SCAP	PALEOTEMP.
POPULUS NIGRA L.	P SCAP	PALEOTEMP.
POPULUS TREMULA L.	P SCAP	EUROSIB.
PRUNUS AVIUM L.	P SCAP	PONTICA
PRUNUS COCOMILIA TEN.	P SCAP	NE-MEDIT. -MONT.
QUERCUS CERRIS L.	P SCAP	N-EURIMEDIT.
QUERCUS FRAINETTO TEN.	P SCAP	SE-EUROP.
QUERCUS ILEX L.	P SCAP	STENOMEDIT.
QUERCUS PETRAEA (MATTUSCHKA) LIEBL.	P SCAP	EUROP.
QUERCUS PUBESCENS WILLD.	P SCAP	SE-EUROP
QUERCUS ROBUR L.	P SCAP	EUROP. -CAUCAS.
QUERCUS SUBER L.	P SCAP	W-EURIMEDIT.
QUERCUS TROJANA WEBB	P SCAP	NE-STENOMEDIT.
SALIX ALBA L.	P SCAP	PALEOTEMP.
SORBUS DOMESTICA L.	P SCAP	EURIMEDIT.
TAXUS BACCATA L.	P SCAP	PALEOTEMP.
TILIA CORDATA MILLER	P SCAP	EUROP. -CAUCAS.



Foto 47 – *Crataegus monogyna* (biancospino)

**Tab. 10 - ELENCO INDICATIVO DELLE SPECIE ARBUSTIVE
AUTOCTONE COMUNI DELLA FLORA ITALIANA (Cornelini, Palmeri,
Sauli, 2002) DI POTENZIALE IMPIEGO NEGLI INTERVENTI DI
RINATURALIZZAZIONE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

	F.BIOLOGICA	TIPO COROLOGICO
ACER MONSPESSULANUM L.	P CAESP	EURIMEDIT.
ALNUS VIRIDIS (CHAIX) DC.	P CAESP	(CIRCUM.)ART.ALP.
AMELANCHIER OVALIS MEDICUS	P CAESP	MEDIT.-MONT.
ANAGYRIS FOETIDA L.	P CAESP	S-STENOMEDIT.
ARBUTUS UNEDO L.	P CAESP	STENOMEDIT.
ARTEMISIA ARBORESCENS L.	NP	S-STENOMEDIT.
ASPARAGUS ALBUS L.	NP	W-STENOMEDIT.
ATRIPLEX HALIMUS L.	P CAESP	STENOMEDIT.-ATL.
BERBERIS AETNENSIS PRESL	NP	ENDEM.
BERBERIS VULGARIS L.	NP	EURASIAT.
BUPLEURUM FRUTICOSUM L.	NP	STENOMEDIT.
CALICOTOME SPINOSA (L.) LINK	P CAESP	STENOMEDIT.
CALICOTOME VILLOSA (POIRET) LINK	P CAESP	STENOMEDIT.
CAPPARIS OVATA DESF.	NP	STENOMEDIT.
CARPINUS ORIENTALIS MILLER	P CAESP	PONTICA
CISTUS ALBIDUS L.	NP	W-STENOMEDIT.

CISTUS CORSICUS LOISEL.	NP	ENDEM.
CISTUS CRETICUS L.	NP	W-STENOMEDIT.
CISTUS INCANUS L.	NP	STENOMEDIT.
CISTUS MONSPELIENSIS L.	NP	STENOMEDIT.
CISTUS SALVIFOLIUS L.	NP	STENOMEDIT.
COLUTEA ARBORESCENS L.	P CAESP	EURIMEDIT.
CORIARIA MYRTIFOLIA L.	NP	W-EURIMEDIT.
CORNUS MAS L.	P CAESP	S-EUROP.-SUDSIB.
CORNUS SANGUINEA L.	P CAESP	EURASIAT.
CORONILLA EMERUS L.	NP	CENTRO-EUROP.
CORYLUS AVELLANA L.	P CAESP	EUROP.-CAUCAS.
COTINUS COGGYGRIA SCOP.	NP	S-EUROP.-SUDSIB.
COTONEASTER INTEGERRIMUS MEDICUS	NP	EURASIAT.
COTONEASTER NEBRODENSIS (GUSS.) KOCH	NP	S-EUROP.-SUDSIB.
CRATAEGUS LACINIATA UCRIA	P CAESP	S-STENOMEDIT.
CRATAEGUS MONOGYNA JACQ.	P CAESP	PALEOTEMP.
CYTISUS SCOPARIUS (L.) LINK	P CAESP	EUROP.
CYTISUS SESSILIFOLIUS L.	P CAESP	OROF. SW-EUROP.
CYTISUS VILLOSUS POURRET	P CAESP	W-STENOMEDIT.
ERICA ARBOREA L.	P CAESP	STENOMEDIT.
ERICA MULTIFLORA L.	NP	STENOMEDIT.
ERICA SCOPARIA L.	P CAESP	W-STENOMEDIT.



Foto 48 – *Cornus sanguinea*(sanguinello)

EUONYMUS EUROPAEUS L.	P CAESP	EURASIAT.
FRANGULA ALNUS MILLER	P CAESP	EUROP.-CAUCAS.
GENISTA AETNENSIS (BIV.) DC.	P CAESP	ENDEM.
GENISTA CORSICA (LOISEL.) DC.	NP	ENDEM.
HIPPOPHAE RHAMNOIDES L.	P CAESP	EURASIAT.
HYPERICUM ANDROSAEMUM L.	NP	W-EURIMEDIT.
HYPERICUM HIRCINUM L.	NP	STENOMEDIT.
ILEX AQUIFOLIUM L.	P CAESP	EURIMEDIT.
JUNIPERUS COMMUNIS L.	P CAESP	CIRCUMBOR.
JUNIPERUS HEMISPHAERICA PRESL	NP	MEDIT.-MONT.
JUNIPERUS NANA WILLD.	NP	EURASIAT.
JUNIPERUS OXYCEDRUS L.	P CAESP	EURIMEDIT.
JUNIPERUS PHOENICEA L.	P CAESP	EURIMEDIT.
LABURNUM ALPINUM (MILLER) BERCHTOLD ET PREP	CAESP	OROF. S-EUROP.
LABURNUM ANAGYROIDES MEDICUS	P CAESP	S-EUROP.-SUDSIB.
LAURUS NOBILIS L.	P CAESP	STENOMEDIT.
LAVANDULA STOECHAS L.	NP	STENOMEDIT.
LEMBOTROPIS NIGRICANS (L.) GRISEB.	NP	S-EUROP.-SUDSIB.
LIGUSTRUM VULGARE L.	NP	EUROP.-CAUCAS.
LONICERA ALPIGENA L.	P CAESP	OROF. S-EUROP.
LONICERA CAPRIFOLIUM L.	P LIAN	S-EUROP.-SUDSIB.
LONICERA ETRUSCA SANTI	P LIAN	EURIMEDIT.
LONICERA IMPLEXA AITON	P LIAN	STENOMEDIT.
LONICERA NIGRA L.	P CAESP	OROF. S-EUROP.
LONICERA XYLOSTEUM L.	P CAESP	EUROP.-CAUCAS.
MESPILUS GERMANICA L.	P CAESP	S-EUROP.-SUDSIB.
MYRTUS COMMUNIS L.	P CAESP	STENOMEDIT.
NERIUM OLEANDER L.	P CAESP	S-STENOMEDIT.
OLEA EUROPAEA L.	P CAESP	STENOMEDIT.
OSYRIS ALBA L.	NP	EURIMEDIT.
PALIURUS SPINA CHRISTI MILLER	P CAESP	SE-EUROP.
PHILLYREA ANGUSTIFOLIA L.	P CAESP	W-STENOMEDIT.
PHILLYREA LATIFOLIA L.	P CAESP	STENOMEDIT.
PINUS MUGO TURRA	P CAESP	OROF-EURASIAT
PIRUS AMYGDALIFORMIS VILL.	P CAESP	STENOMEDIT.
PISTACIA LENTISCUS L.	P CAESP	S-STENOMEDIT.
PISTACIA TEREBINTHUS L.	P CAESP	EURIMEDIT.
PRUNUS MAHALEB L.	P CAESP	S-EUROP.-SUDSIB.
PRUNUS SPINOSA L.	P CAESP	EUROP.-CAUCAS.
PYRACANTHA COCCINEA ROEMER	P CAESP	STENOMEDIT.
RHAMNUS ALATERNUS L.	P CAESP	EURIMEDIT.
RHAMNUS CATHARTICUS L.	P CAESP	S-EUROP.-SUDSIB.
RHODODENDRON HIRSUTUM L.	NP	ENDEM. ALP.
RIBES UVA CRISPA L.	NP	EURASIAT.
ROSA ARVENSIS HUDSON	NP	S-STENOMEDIT.
ROSA CANINA L.	NP	PALEOTEMP.
ROSA DUMALIS BECHST.	NP	EUROP.-CAUCAS.
ROSA PENDULINA L.	NP	S-EUROP.-SUDSIB.
ROSA RUBIGINOSA L.	NP	EURASIAT.
ROSA RUBRIFOLIA VILL.	NP	OROF. S-EUROP.
ROSA SEMPERVIRENS L.	NP	STENOMEDIT.
ROSA SICULA TRATT.	NP	MEDIT.-MONT.
ROSA TOMENTOSA SM.	NP	S-EUROP.-SUDSIB.
ROSA VILLOSA L.	NP	S-EUROP.-SUDSIB.
ROSMARINUS OFFICINALIS L.	NP	STENOMEDIT.
RUBUS CAESIUS L.	NP	EURASIAT.

RUBUS CANESCENS DC.
 RUBUS IDAEUS L.
 RUBUS INCANESCENS BERTOL.
 RUMEX LUNARIA L.
 SALIX APPENDICULATA VILL.
 SALIX CAPREA L.
 SALIX CINEREA L.
 SALIX ELEAGNOS SCOP.
 SALIX FOETIDA SCHLEICHER
 SALIX GLABRA SCOP.
 SALIX MYRSINIFOLIA SALISB.
 SALIX PEDICELLATA DESF.
 SALIX PURPUREA L.
 SALIX TRIANDRA L.
 SALIX VIMINALIS L.
 SALIX WALDSTEINIANA WILLD.
 SALSOLA VERTICILLATA SCHOUSBOE
 SAMBUCUS NIGRA L.
 SAMBUCUS RACEMOSA L.
 SANTOLINA CORSICA JORDAN ET FOURR.
 SANTOLINA INSULARIS (GENNARI) ARRIGONI
 SOLANUM DULCAMARA L.
 SORBUS ARIA (L.) CRANTZ
 SORBUS AUCUPARIA L.
 SORBUS CHAMAEMESPILUS (L.) CRANTZ
 SORBUS TORMINALIS (L.) CRANTZ
 SPARTIUM JUNCEUM L.
 STYRAX OFFICINALIS L.
 TAMARIX AFRICANA POIRET
 TAMARIX GALLICA L.
 TELINE MONSPESSULANA (L.) KOCH
 ULEX EUROPAEUS L.
 ULMUS MINOR MILLER
 VIBURNUM LANTANA L.
 VIBURNUM TINUS L.

NP N-EURIMEDIT.
 NP CIRCUMBOR.
 NP W-EUROP. (ATL.)
 NP S-STENOMEDIT.
 P CAESP CENTRO-EUROP.
 P CAESP EURASIAT.
 P CAESP PALEOTEMP.
 P CAESP OROF. S-EUROP.
 NP ENDEM. ALP.
 NP NE-MEDIT.-MONT.
 NP EUROSIB.
 P CAESP STENOMEDIT.
 P CAESP EURASIAT
 P CAESP EUROSIB.
 P CAESP EUROSIB.
 NP OROF. E-ALP.-CARPAT.
 NP S-STENOMEDIT.
 P CAESP EUROP.-CAUCAS.
 P CAESP OROF. S-EUROP.
 NP ENDEM.
 NP ENDEM.
 NP PALEOTEMP.
 P CAESP PALEOTEMP.
 P CAESP EUROP.
 NP OROF. S-EUROP.
 P CAESP PALEOTEMP.
 P CAESP EURIMEDIT.
 P CAESP NE-STENOMEDIT.
 P CAESP W-STENOMEDIT.
 P CAESP W-STENOMEDIT.
 P CAESP STENOMEDIT.
 P CAESP SUBATLANT.
 P CAESP EUROP.-CAUCAS.
 P CAESP CENTRO-EUROP.
 P CAESP STENOMEDIT.



8. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Autorita' di Bacino del Fiume Po

Progetto Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 1999

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 2001

Programma di rilancio degli Interventi di Manutenzione 1998

Deliberazione 10 maggio 1995 . Approvazione piano stralcio interventi ripristino idraulico

Documentazione Convegno Comitato di consultazione Autorità di Bacino Po

“La manutenzione ordinaria del territorio” Torino 9 marzo 2001

Autorita' di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione

Progetto Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico - 2001

Programma di Manutenzione Idraulica e Forestale nell'ambito degli ecosistemi fluviali- 1993.

Direttive per la manutenzione idraulica e forestale – 1993

Autorita' di Bacino del Fiume Adige

Piano Straordinario Ottobre 1999

Progetto Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 2001

Autorita' di Bacino del Fiume Arno

Piano Straordinario 1999

Progetto Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 2001

Autorita' di Bacino del Fiume Tevere

Piano Straordinario 1999

Progetto Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 2001

Linee guida per la manutenzione dei corsi d'acqua, 2001

Autorita' di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno

Piano Straordinario Ottobre 1999

Gruppo 183 1998 - *La manutenzione nel governo del territorio*

Ingegneria naturalistica

AA:VV. 1990 - *Tecniche di bioingegneria naturalistica negli interventi di recupero ambientale*. Acer n.6

Opere di ingegneria naturalistica sulle sponde, tecniche costruttive ed esempi nel cantone di Berna, 1993.

Ministero dell'ambiente, Servizio Valutazione Impatto Ambientale, Informazione ai cittadini e per la Relazione sullo Stato dell'Ambiente, Roma (trad. da Zeh et Al., 1988)

Carbonari, Mezzanotte-*Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio*, Prov. Autonoma di Trento, Servizio Ripristino e Valorizzazione Ambientale, Trento 1993.

Cornellini, Palmeri, Sauli , 2002 - *Le piante legnose autoctone comuni in Italia*
Acer, in stampa

Regione Emilia Romagna e Regione Veneto, 1993
Manuale tecnico di ingegneria naturalistica

Regione Lazio, 2002
Manuale tecnico di ingegneria naturalistica per le sistemazioni idrauliche

Regione Liguria , 1997 - *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*

Regione Lombardia, 2000 – *Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica*

Regione Toscana, 2000 “*Principi e linee guida per l’ingegneria naturalistica - volume 1, Processi territoriali e criteri metodologici*”

Regione Toscana, 2001- “*Principi e linee guida per l’ingegneria naturalistica volume 2, Sviluppo e applicazioni in Toscana*”

Sauli G., Siben (a cura di) 1992. *Tecniche di rinaturazione e di ingegneria naturalistica: esperienze europee* Patron Edit, Quarto Inferiore (BO)

Schiechtl H. M.. *Bioingegneria forestale* Edizioni Castaldi. Feltre 1991

Schiechtl H. M., Stern R. *Ingegneria naturalistica, manuale delle opere in terra*, Edizioni Castaldi. Feltre 1992

Schiechtl H. M., Stern R. *Ingegneria naturalistica, manuale delle costruzioni idrauliche*, Edizioni Castaldi. Feltre 1992

Zeh H., *Tecniche di Ingegneria naturalistica. 1993* Il Verde Editoriale, Milano, 1997

Incendi

Prov.Roma Ass.Agric. WWF Lazio - Come proteggere il bosco:
Prevenzione dagli incendi e ripristino ambientale di Roberto Cavallensi

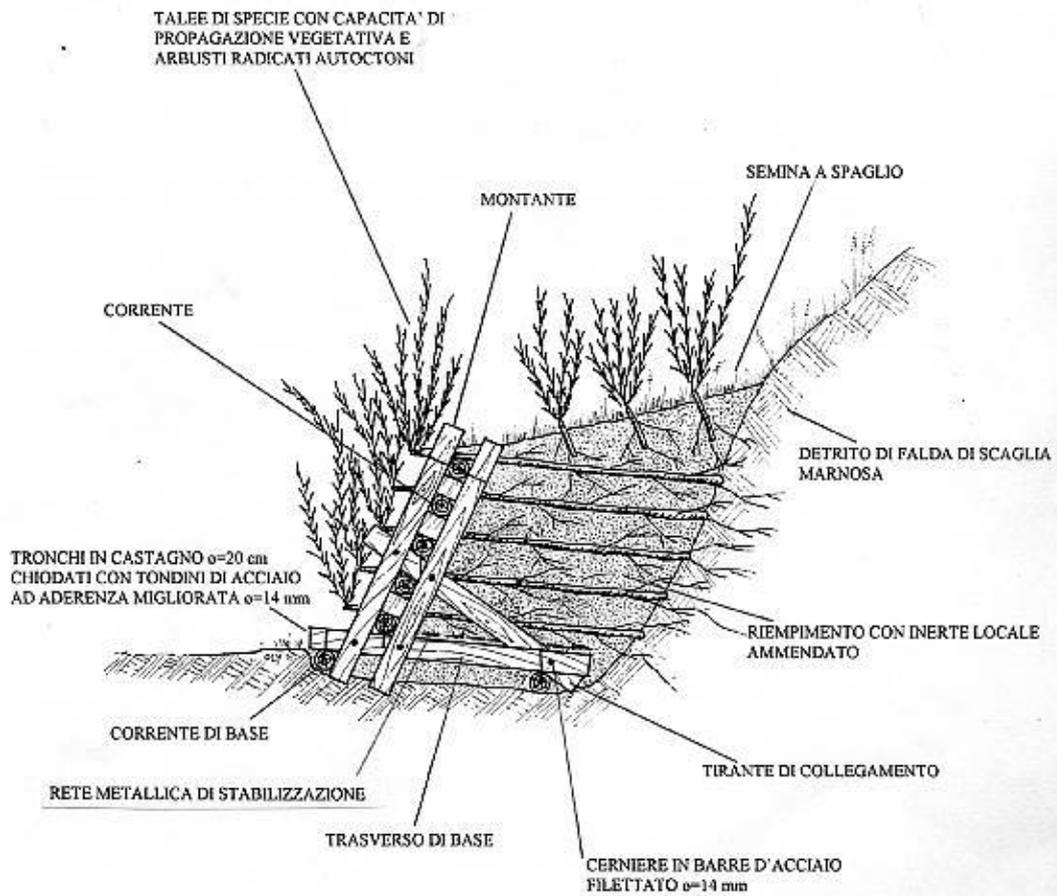
Gisotti, Benedini , 2000 - Il dissesto idrogeologico:
Effetti degli incendi sulla vegetazione di Raniero Massoni Novelli
Carocci Edit.

Pignatti, 1995 - Ecologia vegetale:
Ecologia del fuoco di Manuela De Lillis
Le successioni di Sandro Pignatti UTET Edit.

Pignatti, 1998 - I boschi d'Italia. UTET Edit.

ALLEGATI

PALIFICATA VIVA "ROMA"
SEZIONE TIPO



NORMATIVA DI RIFERIMENTO SULLA MANUTENZIONE	
L.183/89	<p>Art.3. Le attività di programmazione, pianificazione e di attuazione degli interventi destinati a realizzare le finalità dell'art.1 curano in particolare:</p> <p>a) la sistemazione, la conservazione, ed il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari, silvo-pastorali, di forestazione e di bonifica, anche attraverso processi di recupero naturalistico, botanico e faunistico</p> <p>.....</p> <p>m) la <i>manutenzione ordinaria e straordinaria</i> delle opere e degli impianti nel settore e la conservazione dei beni</p> <p>Art.21.2 I programmi triennali debbono destinare una quota non inferiore al 15% degli stanziamenti complessivamente a:</p> <p>a)interventi di <i>manutenzione ordinaria</i> delle opere, degli impianti e dei beni, compresi mezzi, attrezzature e materiali dei cantieri officina e dei magazzini idraulici;</p> <p>b) svolgimento dei servizio di polizia idraulica,.....</p> <p>c) compilazione ed aggiornamento dei piani di bacino, svolgimento studi,.....</p> <p>d) adeguamento e potenziamento funzionale, tecnico e scientifico dei servizi tecnici nazionali</p>
<p>DPCM 23.3.90 Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art.31 della L.183/89</p>	<p>5.2 Criteri generali di valutazione delle priorità</p> <p>.....</p> <p>a) per interventi devono intendersi tanto la realizzazione di opere quanto azioni finalizzate al ripristino o al mantenimento di condizioni di equilibrio naturale e di legittimo e razionale uso delle risorse....., nonché azioni di prevenzione e controllo</p> <p>b) il bacino andrà considerato nel suo complesso.....e prevedendo interventi orientati non solo alla difesa delle calamità quali eventi macroscopici ed istantanei, ma anche finalizzati alla salvaguardia della dinamica evolutiva del contesto fisico naturale, da condizionare esclusivamente ad un appropriato uso del territorio e comunque improntata al risanamento, tutela e ripristino della struttura ambientale caratteristica...</p> <p>c) la scelta tipologica dell'intervento...., ma soprattutto privilegiando quelle a minore impatto ambientale.</p> <p>d) Il superamento delle situazioni di dissesto e/o degrado dovrà essere conseguito ove possibile, mediante il ripristino o il riequilibrio delle condizioni naturali preesistenti.....</p> <p>e) saranno privilegiati interventi di <i>manutenzione</i> e di completamento e/o ampliamento delle opere rientranti nelle tipologie di cui al paragrafo 5.4 (...., riforestazione, idraulica forestale, ..recupero naturalistico botanico,.....etc.)</p>
DPR 14 aprile 1993	<p>Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale.</p>
<p>DPR 18 luglio 1995 Approvazione atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino</p>	<p>3.3Proposte di intervento e priorità</p> <p>.....Nell'elencazione degli interventi strutturali sono considerati anche quelli rivolti alla <i>manutenzione</i> ed al ripristino della funzionalità delle opere esistenti.....</p>

DL 180/98	<p>Art.1.2 Il Comitato dei Ministri definisce.....i programmi di interventi urgenti, anche attraverso azioni di manutenzione dei bacini idrografici, per la riduzione del rischio idrogeologico tenendo conto dei programmi già in essere da parte delle Autorità di Bacino di rilievo nazionale e dei piani straordinari....</p>
DPR 27 luglio 1999	<p>Art.3 Nell'ambito delle somme di cui all'art.2 le Autorità di Bacino e le regioni possono destinare una quota non superiore al 10% delle somme assegnate alle attività volte alla predisposizione dei piani di bacino e dei relativi piani stralcio</p>
DL 279/2000	<p>Art.2.3 I soggetti di cui al comma4 *provvedono ad effettuare, entro la data di cui al comma 1, nell'ambito degli ordinari stanziamenti di bilancio, una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere eseguite per la sistemazione dei versanti, indicando le esigenze di carattere manutentorio finalizzate a costruire un diffuso sistema di protezione idrogeologica, con conseguente miglioramento generalizzato delle condizioni di rischio soprattutto a beneficio dei territori di pianura.</p> <p>*Le regioni d'intesa con le province, con la collaborazione dei provveditorati alle opere pubbliche, del Corpo Forestale dello Stato, dei comuni, degli uffici tecnici erariali, degli altri uffici regionali aventi competenza nel settore idrogeologico, delle comunità montane, dei consorzi di bonifica, delle strutture dei commissari straordinari per gli interventi di sistemazione idrogeologica e per l'emergenza rifiuti. Il coordinamento delle attività è svolto dall'Autorità di Bacino competente.....</p>
L 109/94 e succ. Merloni ter	<p>Art.16 Attività di progettazione 5.il progetto esecutivo deve altresì essere corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti.....</p> <p>Art.19 sistemi di realizzazione dei lavori pubblici 5. E' in facoltà ...stipulare a misura.....i contratti di appalto relativi a manutenzione, restauro e beni archeologici</p> <p>5bis.....L'esecuzione dei lavori può prescindere dall'avvenuta redazione e approvazione del progetto esecutivo qualora si tratti di lavori di manutenzione o scavi archeologici</p>
Regolamento attuativo Merloni DPR 554/99	<p>Art.15 disposizioni preliminari la progettazione 8. i progetti sono redatti considerando anche il contesto in cui l'intervento si inserisce in modo che esso non pregiudichi l'accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle opere degli impianti e dei servizi esistenti.</p> <p>Art.35 documenti progetto esecutivo Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti: ...piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti...</p> <p>art.40 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti </p> <p>Art.154 Contabilità dei lavori di manutenzione</p>

MOZIONE PER IL FINANZIAMENTO DEGLI INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO E MANUTENZIONE DEL TERRITORIO NEL PROGRAMMA GLOBALE DI SVILUPPO DEI QCS 2000-2006

La realizzazione del Programma Globale di Sviluppo cofinanziato dai fondi strutturali 2000-2006 costituisce una occasione fondamentale per il rilancio socio-economico delle regioni meridionali.

I diffusi dissesti idrogeologici, che caratterizzano una elevata porzione delle regioni obiettivo 1, uniti alla carenza di strumenti di pianificazione territoriale di tali aree rendono particolarmente delicata la scelta degli interventi infrastrutturali e insediativi da realizzare con le ingenti risorse finanziarie mobilitate dal predetto programma (80.000 miliardi di lire in sei anni).

Per garantire, da un lato, che le nuove opere siano realizzate in aree per quanto possibile esenti da rischi di alluvioni e frane e, dall'altro, che le nuove realizzazioni non aggravino situazioni di rischio già presenti, è necessario accompagnare il Programma Globale di Sviluppo con un adeguato piano di interventi volto a garantire la messa in sicurezza delle aree a rischio idrogeologico nel rispetto dei tempi e delle procedure previste dalla legge sulla difesa del suolo (L. n. 183/89) e dal recente decreto legge n. 180/98 convertito con la legge 267/98.

La messa in sicurezza del territorio non rappresenta solo una necessità, ma è anche una grande occasione di sviluppo e di occupazione, soprattutto per i giovani con diversi livelli di specializzazione, alla quale andrebbe destinata una quota significativa delle risorse finanziarie rese disponibili dai fondi strutturali.

Le strategie di intervento nel settore Difesa Suolo sono state delineate dal Ministero dei Lavori Pubblici e dal Ministero dell'Ambiente, d'intesa con le altre amministrazioni centrali e con il partenariato economico e sociale, al termine dei lavori del tavolo Settoriale, istituito ai sensi della Delibera CIPE 22.12.1998.

Nell'ambito dell'apposito rapporto interinale è stato previsto, tra i diversi obiettivi specifici, quello relativo al **"recupero della funzionalità dei sistemi naturali e delle aree agricole, a scala di bacino, nei territori di montagna, collina e pianura"**.

Si ritiene indispensabile che una consistente parte (dell'ordine del 50%) degli investimenti destinati alla difesa del suolo siano utilizzati per la realizzazione del predetto obiettivo ed in particolare per gli interventi di manutenzione del territorio e delle opere idraulico forestali ed idraulico agrarie realizzate nel passato ed oggi spesso in grave stato di abbandono.

Il Ministero dell'Ambiente, d'accordo con il Ministero delle Politiche agricole, il Corpo Forestale dello Stato e con la collaborazione dell'UNCCEM e dell'ANBI ha predisposto, per le Regioni dell'obiettivo 1, un

programma di manutenzione del territorio e delle opere idraulico forestali e agrarie con investimenti di circa 5000 miliardi nel periodo 2000-2006, che dovrà essere volto:

- al miglioramento della funzionalità idraulica dei suoli forestali nel territorio montano e collinare, con particolare riferimento alla forestazione, al recupero, manutenzione e rinaturalizzazione delle superfici boscate;
- alla regimazione e rinaturalizzazione della rete minuta di deflusso superficiale;
- alla forestazione su estese superfici, secondo corrette pratiche selvicolturali, che si integrino con l'uso dei suoli favorendo pratiche agricole e zootecniche sostenibili e la residenza o reinstallazione in loco di nuclei familiari;
- all'incentivazione di attività agricolo-forestali e pastorali collaboranti o compatibili con la difesa del suolo, con particolare riferimento agli interventi sulle superfici erbacee del territorio montano e collinare, adeguamento dell'attività agricolo-pastorale ai fini della resistenza all'erosione dei suoli.
- interventi di manutenzione degli alvei e di recupero, anche naturalistico, del reticolo idrografico gestito dai consorzi idraulici e di bonifica.

Questo programma risulta d'importanza fondamentale per affermare e realizzare uno sviluppo socio-economico sostenibile, mediante una politica d'uso del suolo che concorra in modo efficace alla riduzione del rischio idrogeologico, utilizzando un sistema realmente integrato di interventi di difesa attiva del suolo (interventi di forestazione, ingegneria naturalistica, etc. programmati sulla base di indagini conoscitive e cartografie tematiche di rischio geomorfologico e idrologico) e di programmati usi del suolo, che comprenda anche opportune azioni di manutenzione dei territori utilizzati a fini agricoli e pastorali, soprattutto in aree collinari e montane da realizzarsi attraverso le norme definite dalla legge sulla montagna 97/94 che incentiva e facilita il ricorso alla cooperazione soprattutto da parte dei giovani.

Le Amministrazioni ed i rappresentanti del partenariato che sottoscrivono il presente documento richiedono che nei "programmi operativi delle Regioni si dia adeguato risalto alle azioni essenziali per una politica della difesa del suolo, basata su una visione complessiva degli ecosistemi naturali, secondo lo schema delineato dal documento tecnico allegato"

ELENCO LEGGI CON RIFERIMENTI ALL'INGEGNERIA NATURALISTICA

(Fonte AIPIN, 2000)

- L. 25 luglio **1904** n°523 “Testo unico sulle opere idrauliche”
- L. 18 maggio **1989** n°183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”
- L. 2 maggio **1990** n° 102 “Disposizioni per la ricostruzione e la rinascita della Valtellina ...”
- DPR 14 aprile **1993** “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale”
- L. 8 ottobre **1997** n° 344 “Disposizioni per lo sviluppo e la qualificazione degli interventi e dell’occupazione in campo ambientale”
- L. 2 ottobre **1997** n° 345 “Finanziamenti per opere e interventi di viabilità, infrastrutture, di difesa del suolo, nonché per la salvaguardia di Venezia”
- D.L. 11 giugno **1998** n°180 “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”
- Testo coordinato D.L. 11 febbraio **1994** n° 109 “Legge quadro coordinata con le modifiche introdotte dal Ddl A.S. 2288 in materia di lavori pubblici. (Merloni Ter 1998)
- D 4 febbraio **1999** “Attuazione dei programmi urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico, di cui gli articoli 1, comma 2, e 8, comma 2, del D.L. n°180, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n°267”
- D.P.R. 2 settembre **1999** “Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per alcune categorie di opere”
- D. L.vo 11 maggio **1999**, n° 152 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane” articolo 1, lettera d; articolo 3, comma 6; articolo 41, comma 1; Allegato 1
- D.P.R. 21 dicembre **1999**, n°554 “Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n°109, e successive modificazioni”

Regione Piemonte

- L.R. 2 novembre **1982** n°32 “Criteri tecnici per l’individuazione ed il recupero delle aree degradate e per la sistemazione e rinaturalizzazione di sponde ed alvei fluviali e lacustri, procedura amministrativa per la concessione di contributi regionali”

Regione Liguria

- L.R. n° 9 dd 28 gennaio **1993** “Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della L. n° 183 dd 18 maggio 1989”

Regione Emilia-Romagna

- D.G.R. n°3939 dd 6 settembre **1994** “Direttiva concernente criteri progettuali per l’attuazione degli interventi in materia di difesa del suolo nel territorio della Regione Emilia-Romagna”

Regione Veneto

- D.G.R. n° 4003 dd 30 agosto **1994** “Circolare Regionale inerente gli interventi di manutenzione nei corsi d’acqua: aspetti tecnici ed ambientali”

Regione Friuli-Venezia Giulia

- Circ. n°7 dd 22 marzo **1994** “La tutela del corso d’acqua: indicazioni e criteri per la formazione degli strumenti urbanistici comunali - contenuti ed elementi nel PRGC; linee guida e documentazioni progettuali finalizzate al rilascio e l’autorizzazione paesaggistica”

Regione Lombardia

- D.G.R. n° 32 dd 26 settembre **1992** “Approvazione dei criteri per l’esercizio della subdelega, da parte dei Comuni, delle funzioni amministrative ex L 29 giugno 1939 n° 1497”
- D.G.R. n° 6/6586 dd 19 dicembre **1995** “Direttiva concernente criteri ed indirizzi per l’attuazione degli interventi di I.N. sul territorio della Regione”
- aprile **1996** Programma Regionale di Sviluppo 5.1.5 “Riequilibrio delle condizioni ambientali attraverso la rinaturalizzazione e il recupero ambientale con l’impiego di tecniche di I.N.”
- D.G.R. n°6/29567 dd 1 luglio **1997** “Direttiva sull’impiego dei materiali vegetali vivi negli interventi di I.N. in Lombardia”
- D.G.R. n°6/48740 dd 29 febbraio **2000** Approvazione direttiva “Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica”

Regione Toscana

- L.R. n° 56 dd 7 marzo **1995** “Istituzione dell’agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana”
- L.R. n° 56 dd 6 aprile **2000** “Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche - Modifiche alla L.R. n° 7 dd 23 gennaio 1998 e L.R. n°49 dd 11 aprile 1995”
- C.R. n°155 dd 20 maggio **1997** “Criteri progettuali per l’attuazione degli interventi in materia di difesa idrogeologica”

Regione Umbria

- L.R. dd 27 gennaio **1999** “Piano Urbanistico Territoriale”
-

Regione Marche

- Circ. n°1 dd 23 gennaio **1997** “Criteri ed indirizzi per l’attuazione di interventi in ambito fluviale nel territorio della Regione Marche”

Regione Lazio

- Circ. “Criteri progettuali per l’attuazione degli interventi in materia di difesa del suolo nel territorio della regione Lazio” rif. LR n°60/90 Polizia idraulica e T.U. Opere idrauliche 523/1904
- Delibera 4340 del 28 maggio 1996 sui criteri progettuali per l’attuazione degli interventi in materia di difesa del suolo

**LINEE GUIDA PER CAPITOLATI SPECIALI
PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

Del Ministero dell'Ambiente

Commissione VIA

Prestampa AIPIN settembre 1997

1. Interventi di semina e rivestimenti

1.1 Semina a spaglio

Rivestimento di superfici di scarpata mediante spargimento manuale a spaglio di idonea miscela di sementi e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali della stazione (in genere valgono quantità da 30 a 60 g/m²). La provenienza delle sementi e germinabilità dovranno essere certificate.

1.2 Semina con fiorume

Rivestimento di superfici di scarpata mediante lo spargimento manuale a spaglio di fiorume (ovvero miscuglio naturale di sementi derivato da fienagione su prati stabiliti naturali dell'area d'intervento) e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate.

La quantità di fiorume per m² è stabilita in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello

stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali della stazione ed è in genere tra i 30 e 60 g/m².

1.3 Semina a paglia e bitume

Rivestimento di superfici povere di sostanza organica mediante:

- spargimento manuale di paglia a fibra lunga a formare uno strato continuo di 2-4 cm di spessore;
- semina a spaglio con miscela di specie idonea alle condizioni locali;
- spargimento di concimanti organici ed inorganici;
- bitumatura a freddo mediante soluzione idrobituminosa spruzzata a pressione atta a formare una pellicola protettiva e di fissaggio della paglia e dei semi.

La composizione della miscela e la qualità di sementi per m² sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento (in genere si prevedono 30-40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate.

1.4 Idrosemina

Rivestimento di superfici mediante spargimento meccanico a mezzo di idrosemiatrice a

pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti e inoculi.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

1.5 Idrosemina a spessore

Rivestimento di superfici mediante spargimento meccanico di uno o due strati di idrosemina a spessore (mulch) da eseguire a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire

l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli tali e tipo di pompa da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina a spessore contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali in quantità minima di 30 g/m²;
- mulch, ovvero fibra organica (paglia, torba bionda, torba scura, cellulosa, sfarinati, ecc.) in quantità opportune (in genere 200-500 g/m²) da suddividersi in due o più passate;
- collante in qualità e quantità idonea al fissaggio dei semi e del mulch, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti ed inoculi.

La composizione del mulch come quella della miscela e la quantità per m² sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali. La provenienza e germinabilità delle sementi e la loro miscelazione con le altre componenti dovranno essere certificate; la miscelazione dovrà avvenire in loco onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

1.6 Semina a strato con terriccio

Rivestimento di scarpate, substrati minerali privi di copertura

organica, strutture in terra rinforzata o rivestimenti vegetativi con georeti tridimensionali e reti metalliche, su pendenze sino al verticale, mediante spruzzata di miscela di terriccio artificiale composto da: terriccio a matrice sabbiosa, compost a fibra organica, carbonati e silicati, minerali argillosi, polimeri ritentori idrici, fertilizzanti e concimanti organici, collanti e miscela di sementi in quantità minima di 50 g/m².

La composizione del terriccio come quella della miscela e la quantità per metro quadro vanno stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali. La provenienza e germinabilità delle sementi e la loro miscelazione con le altre componenti dovranno essere certificate; la miscelazione dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

La spruzzata del composto avverrà in una o più fasi a seconda del substrato mediante idonea macchina a pressione, previa miscelazione dei componenti atta a garantire l'omogeneità e la plasticità del prodotto e con sistema di pompaggio che mantenga l'integrità delle sementi.

1.7 Semina di piante legnose

Separatamente o in aggiunta ai miscugli di semi di piante erbacee di cui ai punti precedenti, potranno essere inseriti nelle idrosemine anche semi di specie legnose in genere arbustive ove le condizioni di intervento siano difficilmente

accessibili ad una normale piantagione e consentano la germinazione e la crescita delle stesse.

La semente costituita da semi grossi, come le ghiande o le nocciole, deve essere eventualmente eseguita in distinte fasi lavorative, possibilmente a mano.

Dovranno essere impiegate specie autoctone di provenienza locale raccolte dal selvatico, corredate da certificazione di origine.

1.8 Biotessile in juta (geojuta)

Rivestimento di scarpate mediante stesura di un biotessile biodegradabile in juta, a maglia aperta di minimo 1x1 cm, peso non inferiore a 250 g/m² e fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o in legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

1.9 Biostuoia in paglia

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia in paglia di grammatura minima 300 g/m², montato su supporto in rete fotossidabile e biodegradabile di maglia minima 1x1 cm o su carta cucita con filo sintetico biodegradabile o in fibra vegetale, eventualmente preseminata con minimo 40 g/m² di miscela di sementi, e fissaggio dello stesso mediante interro in testa ed al piede e picchettatura con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui agli articoli precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine. Nel caso di biostuoia preseminata dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

1.10 Biostuoia in cocco

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia biodegradabile in fibra di cocco, di grammatura minima 300 g/m², montata su un supporto in rete sintetica fotossidabile e biodegradabile di maglia minima 1x1 cm o su carta cucita con filo sintetico biodegradabile o in fibra vegetale, eventualmente

preseminato con minimo 40 g/m² di miscela di sementi, e fissaggio dello stesso mediante interro in testa ed al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui agli articoli precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine. Nel caso di biostuoia preseminata dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

1.11 Biostuoia in cocco e paglia

Rivestimento di scarpate mediante la stesura di una biostuoia biodegradabile in fibre miste di paglia e cocco, in percentuali variabili a seconda del prodotto con quantitativo in paglia non inferiore al 40 % e di grammatura complessiva non inferiore a 300 g/m², eventualmente preseminata con minimo 40 g/m² di miscela di sementi e/o preconciata con ammendanti migliorativi delle caratteristiche fisico-idrologiche ed organiche; fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in

quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Nel caso di biostuoia preseminata dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

1.12 Biostuoia in trucioli di legno

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia in trucioli di legno, di grammatura minima 300 g/m², legati assieme e trattenuti mediante una reticella sintetica foto-ossidabile e biodegradabile di maglia minima 1x1 cm; fissaggio dello stesso mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza del biofeltro sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la

continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

1.13 Biofeltro in fibre miste

Rivestimento di scarpate mediante stesura di un biofeltro biodegradabile in fibre miste di paglia, cocco e juta, sisal, cotone, ecc., in percentuali variabili a seconda del prodotto e di grammatura minima di 300 g/m², eventualmente preseminate con minimo 40 g/m² di miscela di sementi e/o preconcimato con ammendanti migliorativi delle caratteristiche fisico-idrologiche ed organiche; fissaggio dello stesso mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza del biofeltro sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti, se non preseminati, devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Nel caso di biofeltro preseminato dovrà essere certificata la miscela utilizzata e la provenienza e germinabilità delle sementi.

1.14 Biotessile in cocco (sin. stuoia di cocco)

Rivestimento di scarpate mediante stesura di stuoia biodegradabile in fibra di cocco o sisal di grammatura minima 250 g/m² e maglia minima 1x1 cm; fissaggio dello stesso mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

1.15 Biorete di cocco

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biorete in fibra di cocco di grammatura minima 200 g/m² e maglia minima 5x5 cm; fissaggio della stessa mediante interro in testa e al piede e picchettature con staffe o picchetti in metallo o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce

parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere abbinati ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

1.16 Biostuoia tridimensionale in cocco

Rivestimento di scarpate mediante stesura di una biostuoia a struttura tridimensionale di cocco di grammatura minima 800g/m²; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe o picchetti in ferro acciaioso o legno, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti vanno preferibilmente abbinati ad un intasamento con uno strato di terreno vegetale e ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

1.17 Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico

a) Nylon

b) Polipropilene

- c) Polietilene
- d) Polietilene ad alta densità

Rivestimento di scarpate mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità a seconda del prodotto) di spessore minimo 8 mm e grado di vuoto non inferiore al 90%; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe o picchetti in ferro o legno in quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad un intasamento con uno strato di terreno vegetale e ad una semina, con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

1.18 Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico bitumata in opera a freddo

- a) Nylon
- b) Polipropilene
- c) Polietilene
- d) Polietilene ad alta densità

Rivestimento di superfici generalmente a contatto con l'acqua (canalette, fossi di guardia, sponde

di canali e corsi d'acqua, ecc.) mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità a seconda del prodotto) di almeno 18 mm di spessore, resistenza a trazione non inferiore a 2.0 kN/m e grado di vuoto non inferiore al 90 %; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe metalliche di diametro minimo 8 mm, in quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Dovrà essere accurato il fissaggio di eventuali fasce parallele di georete tenendo conto in particolare della direzione del flusso.

Tale rivestimento sarà intasato con uno spessore di ghiaio e bitumato a freddo in almeno due passate ghiaia/bitume alternate con peso complessivo non inferiore a 15 Kg/m² e dovrà sempre essere abbinato ad una semina in doppia passata, che preceda e segua l'intasamento e la bitumazione, con le modalità di cui ai punti precedenti.

Possono essere eseguiti, a posteriori, dei tagli a croce per la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine.

1.19 Geostuoia tridimensionale in materiale sintetico prebitumata industrialmente a caldo

Rivestimento di superfici spondali con lavorazione in presenza d'acqua (canalette, fossi di guardia, canali e corsi d'acqua) mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon) di

almeno 18 mm di spessore; la geostuoia avente resistenza a trazione non inferiore a 2.5 kN/m, temperatura di fusione non inferiore a 215°C intasata industrialmente a caldo con una miscela permeabile pietrisco/bitume/additivi dovrà avere una permeabilità sotto battente idraulico di 10 cm non inferiore a 10^{-2} m/s ed un peso complessivo non inferiore a 20 kg/m²; fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 50 cm e picchettature con staffe metalliche di diametro opportuno ed in quantità tali da garantire stabilità ed aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso.

Tale rivestimento deve essere sempre abbinato ad una semina, che precede la stesura della geostuoia, di minimo 40 g/m² di semente con le modalità di cui ai punti precedenti. Una idrosemina a spessore di ricalzo dovrà essere eseguita anche sopra la georete ove la prima semina sia avvenuta in periodo stagionale sfavorevole. Possono inoltre essere eseguiti, a posteriori, dei tagli a croce per la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine. Dovrà essere accurato il fissaggio di eventuali fasce parallele di georete in particolare tenendo conto della direzione del flusso.

1.20 Geocelle a nido d'ape in materiale sintetico

- a) Non tessuto poliestere
- b) Polietilene estruso

Protezione di scarpate in terra mediante struttura sintetica a geocelle a nido d'ape costituita da strisce di altezza da 10 a 20 cm

apribili a fisarmonica e collegate tra loro a formare una struttura tridimensionale a celle circa esagonali. La posa delle geocelle dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici, pietre, ecc.

I pannelli andranno fissati in trincea in sommità con picchetti di ferro acciaioso sagomati ad "U" e lunghezza 40-50 cm in quantità minima di 1 ogni 2 celle. Ulteriori ancoraggi saranno effettuati lungo il pendio in ragione di almeno due ancoraggi/m².

Effettuate la posa si procederà al completo riempimento con terreno vegetale e quindi alla semina con le modalità di cui ai punti precedenti.

Tale rivestimento va di regola abbinato con la messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico.

1.21 Rete metallica a doppia torsione

- a) Zincata
- b) Zincata e plastificata

Rivestimento di superfici in rocce sciolte o compatte più o meno degradate superficialmente, mediante stesura di rete metallica a doppia torsione di maglia minima 6x8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm. Il tutto debitamente teso ed ancorato al substrato. L'ancoraggio sarà a mezzo di chiodi in tondino di ferro acciaioso, ad aderenza migliorata di diametro minimo 14 mm, aventi lunghezza infissa non inferiore a 40 cm e con l'estremità libera sagomata ad "U" o comunque adatta per il fissaggio della rete, inclusa eventuale perforazione e boiacatura con miscela acqua e cemento e compreso il fissaggio in

testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie, a miglioramento dell'aderenza delle rete al substrato.

Nei casi di stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante cuciture con filo di ferro zincato/plastificato di diametro uguale al filo della rete.

Tale rivestimento va in genere abbinato con idrosemina a spessore o con semina a strato, con le modalità di cui ai punti precedenti.

1.22 Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata (e plastificata) e biofeltri - biostuoie

- a) in paglia
- b) in cocco
- c) in fibre miste
- d) in trucioli di legno

Rivestimento di superfici in rocce sciolte o compatte più o meno degradate superficialmente, mediante stesura di biotessili di grammatura minima 300 g/m², eventualmente preseminati e preconciati, cuciti con punti in filo di ferro zincato ad una rete metallica a doppia torsione di maglia minima 6x8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm.

Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali svuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo.

Prima si stenderà sulla pendice la

biostuoia che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro con una sovrapposizione di circa 5-10 cm onde evitare l'erosione fra le fasce.

La picchettatura in scarpata sarà in ragione di 1-2 picchetti/m²; gli stessi saranno metallici a forma di cambretta o a T, formati con tondino d'acciaio del \varnothing di 6 mm e della lunghezza di 20 cm. Successivamente verrà fissata al terreno la rete metallica: essa verrà picchettata a monte e lungo le fasce con picchetti d'acciaio a T, della lunghezza di 50-100 cm dello spessore di 12-14 mm (in funzione della consistenza del terreno di posa); la picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1-2 picchetti/m² a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento, compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete alla scarpata. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza delle rete al substrato.

Tale rivestimento va in genere abbinato con un'idrosemina a mulch a forte spessore realizzata con le modalità descritte agli articoli precedenti, prima della posa del rivestimento.

1.23 Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione e geostuoia tridimensionale

- a) in rete zincata
- b) in rete zincata e plastificata

c) in geocomposito

Rivestimento di scarpate in terreno molto ripide soggette a fenomeni di erosione accelerata mediante stuoia tridimensionale di spessore minimo 10 mm, di massa areica minima pari a 300 g/m² ed una rete metallica a doppia zincatura e doppia torsione, \varnothing 2,7 mm maglia 6x8 cm.

Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali svuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo.

Prima si stenderà sulla pendice la rete tridimensionale che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro con una sovrapposizione di circa 5-10 cm onde evitare l'erosione fra le fasce.

La picchettatura in scarpata sarà in ragione di 1-2 picchetti per m²; gli stessi saranno metallici a forma di cambretta o a T, formati con tondino d'acciaio del \varnothing di 6 mm e della lunghezza di 20 cm. Successivamente verrà fissata al terreno la rete metallica: essa verrà picchettata a monte e lungo le fasce con picchetti d'acciaio a T, della lunghezza di 50-100 cm dello spessore di 12-14 mm (in funzione della consistenza del terreno di posa); la picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1-2 picchetti per m² a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento e compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente

friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza della rete al substrato.

Tale rivestimento va in genere abbinato con un'idrosemina a mulch a forte spessore realizzata in maniera da intasare completamente lo spessore della rete tridimensionale.

1.24 Rivestimento vegetativo a materasso preconfezionato in rete metallica a doppia torsione zincata (e plastificata) con:

- a) Geostuoie tridimensionali in materiale sintetico
- b) Biostuoie - Biofeltri (paglia, cocco, fibre miste)

La struttura è costituita da gabbioni di rete metallica di 1,00x2,00x0,23 m rivestiti sul fronte esterno con geostuoia tridimensionale e biostuoie, sul dorso e sui lati con altre georeti o stuoie di contenimento sintetiche o in fibra vegetale. Il materasso viene riempito con un miscuglio di terreno vegetale locale, additivato con opportuni ammendanti a seconda delle caratteristiche fisiche ed organiche (sabbia, compost di corteccia, inerte leggero, polimeri per lo stoccaggio dell'acqua, concimanti, ecc.).

La struttura viene realizzata in loco e sollevata a macchina sul fronte roccioso, dove viene agganciata a due barre metalliche di diametro minimo 24 mm, preventivamente ubicate mediante perforazione perpendicolare agli strati rocciosi.

La superficie esterna può essere

preseminata (biofeltri) o venire idroseminata o seminata a spaglio con le modalità di cui ai punti precedenti. Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine previo taglio di alcune maglie della rete, o per talee prelevate in loco mediante infissione a mazza.

1.25 Rivestimento vegetativo a materasso confezionato in opera in rete metallica a doppia torsione zincata (e plastificata) e diaframmi con non tessuto, biofeltro o geostuoia tridimensionale

Rivestimento di scarpate d'acqua con struttura a materasso metallico in moduli di 2,00x4,00x0,23 m con diaframmi ad interasse 1 m realizzati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 6x8 cm e filo di diametro minimo 2,2 mm. I materassi verranno confezionati in opera. L'interno del modulo verrà rivestito con biofeltro di grammatura minima 200 g/m² fissato alla rete mediante punti metallici; il materasso verrà quindi riempito con adeguata miscela di terreno vegetale o inerte sciolto opportunamente ammendati e ricoperti da un biofeltro in fibra vegetale o una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico a cui verrà sovrapposto un telo di rete zincata con le medesime caratteristiche di cui sopra. La preparazione e l'assemblaggio dei moduli avverrà con punti metallici in acciaio zincato di 3 mm di diametro minimo, in modo da costituire una struttura monolitica.

Il biofeltro può essere preseminato o idroseminato in loco con le modalità di cui ai punti

precedenti. Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine previo taglio di alcune maglie della rete, o per talee prelevate in loco mediante infissione a mazza.

1.26 Rivestimento vegetativo a tasche in rete zincata e non tessuto o geostuoia sintetica

- a) a tasche singole
- b) a tasche a strisce

Rivestimento di scarpate in roccia di natura friabile o compatta con inclinazione generalmente compresa tra 40° e 55°, costituito da un supporto in rete zincata a tasca rivestita da un tessuto o stuoia sintetica, di maglia minima 5x7 cm e diametro minimo del filo 1,5 mm, debitamente tesa ed ancorata al substrato a mezzo di chiodi in tondino di ferro acciaioso, ad aderenza migliorata di diametro minimo 14 mm, aventi lunghezza infissa non inferiore a 40 cm e con l'estremità libera sagomata ad "U" o comunque adatta per il fissaggio della rete, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento, compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio, il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza della rete al substrato.

Nei casi di stesura delle tasche per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante cuciture con filo di ferro zincato/plastificato di diametro uguale al filo della rete.

Su tale supporto verranno fissate mediante cucitura con punti metallici singole tasche o tasche

disposte a strisce formate da rete zincata di caratteristiche analoghe alla rete madre, rivestite in stuoie o biofeltri o georeti in fibre vegetali a lunga durata o sintetici atti a trattenere l'inerte ed il terreno vegetale consentendo la crescita delle piante.

Le tasche, aperte verso l'alto, vengono riempite di terra vegetale locale a matrice sabbiosa eventualmente migliorata con idonei ammendanti di natura fisica ed organica. Segue la messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico e una idrosemina con le modalità di cui ai punti precedenti.

1.27 Rivestimento in griglia o rete metallica ancorata e geotessuto e terriccio

- a) a materasso
- b) a stuoia

Rivestimento su rocce subverticali in rete metallica come ai punti precedenti o griglia in ferro acciaioso a maglia elettrosaldata di minimo 10x10 cm, foderate in geostuoia sintetica eventualmente abbinata a biofeltro in fibra vegetale di grammatura, maglia e resistenza a trazione atte a garantire il trattenimento del terreno vegetale e contemporaneamente la crescita delle piante, incluso ancoraggio alla roccia mediante chiodature in ferro acciaioso di diametro minimo 18 mm infisse nella roccia previa perforazione e boiacatura per almeno 40 cm e fissate all'estremità della griglia in modo da consentire il riempimento a tergo con terriccio e/o garantire l'aderenza al substrato roccioso.

Segue la messa a dimora di

specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico e una idrosemina con le modalità di cui ai punti precedenti.

1.28 Chiodature nei terreni

L'esecuzione è articolata nelle seguenti fasi:

- scotico del terreno vegetale ed operazioni di pulizia e regolarizzazione dei fronti di scavo;
- esecuzione delle chiodature in numero, spaziatura, lunghezza ed inclinazione dei singoli elementi in funzione della geometria e delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni (profondità della superficie di scivolamento, stratigrafia del sustrato), preferendo la disposizione dei chiodi a quinconce, il loro infittimento nella parte centrale della massa instabile e la loro direzione il più possibile ortogonale alla superficie di rottura;
- posa in opera di geostuoie o biofeltri e loro fissaggio alle chiodature;
- posa in opera di eventuale rete metallica a doppia torsione zincata ed eventualmente plastificata;
- intasamento delle stuoie o biofeltri con terreno ed idrosemina.

2. Interventi stabilizzanti

2.1 Messa a dimora di talee

- a) salici
- b) tamerici
- c) altre specie

Fornitura e messa a dimora di talee legnose di specie arbustive idonee a questa modalità di trapianto vegetativo prelevate dal selvatico di due o più anni di età, di \varnothing da 1 a 5 cm e lunghezza minima di 50 cm, messe a dimora nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto al piano di scarpata. Le talee verranno infisse a mazza di legno o con copritesta in legno, previa eventuale apertura di un foro con punta di ferro, e sporgere al massimo per un quarto della loro lunghezza adottando, nel caso, un taglio netto di potatura dopo l'infissione.

La densità di impianto dovrà essere di $2 \div 10$ talee per m^2 a seconda delle necessità di consolidamento. Le talee dovranno essere prelevate, trasportate e stoccate in modo da conservare le proprietà vegetative adottando i provvedimenti cautelativi in funzione delle condizioni climatiche e dei tempi di cantiere.

La messa a dimora dovrà essere effettuata di preferenza nel periodo invernale e a seconda delle condizioni stagionali anche in altri periodi con esclusione del periodo di fruttificazione.

2.2 Piantazione di arbusti

- a) a radice nuda
- b) in zolla
- c) in contenitore
- d) in fitocella

Fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni $3 \div 20 m^2$ aventi altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rincalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

2.3 Piantazione di alberi

- a) a radice nuda
- b) in zolla
- c) in contenitore
- d) in fitocella

Fornitura e messa a dimora di

alberi autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni $5 \div 30 \text{ m}^2$, aventi altezza minima compresa tra 0,50 e 1,50 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra.

Si intendono inclusi :

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- 1 o più pali tutori.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, vasetto o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi, tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

2.4 Trapianto dal selvatico di zolle erbose

Rivestimento protettivo di scarpate mediante trapianto di zolle erbose di prato polifita naturale di stadio vegetazionale simile a quello potenziale della scarpata. Le zolle verranno ritagliate, previo sfalcio,

dal prato esistente in quadrati di $40 \times 40 \text{ cm}$ a spessore minimo di 5 cm; verranno utilizzate le superfici destinate comunque a distruzione (es. tracciato stradale) prima dell'intervento di spianamento e scotico.

Il trapianto potrà essere eseguito durante il periodo vegetativo e l'eventuale stoccaggio avverrà con mucchi di lunghezza massima di 1 m ed altezza massima di 0,60 m, avendo cura di evitare il disseccamento ed il soffocamento.

La disposizione sul pendio avverrà a scacchiera o a strisce avendo cura di riempire gli interstizi con terreno vegetale e seminare il tutto. Le zolle verranno fissate con picchetti di ferro da 30 a 40 cm (uno ogni 4-5 zolle) e, in caso di sollecitazioni particolari, con reti metalliche o sintetiche a maglia di apertura non superiore a 15 cm.

2.5 Trapianto dal selvatico di intere ecocelle

Trapianto di intere porzioni di vegetazione autoctona di $0,5-1 \text{ m}^2$, con il terreno compenetrato dalle radici. Attraverso lo spostamento di un'intera comunità vivente si possono creare delle isole verdi in aree prive di vegetazione; da questi punti isolati (ecocelle) partirà il processo di colonizzazione dell'area. Il principale vantaggio di questo tipo di intervento sta nel fatto che si trapiantano contemporaneamente la comunità vegetale - costituita da piante erbacee, suffrutici e arbusti singoli o a cespo - la pedofauna ed i microrganismi del terreno (funghi e batteri) così importanti nei processi di decomposizione e di mineralizzazione della sostanza organica.

Il prelievo ed il trasporto verranno eseguiti a macchina e la

collocazione in aree a ciò predisposte dovrà avvenire il più rapidamente possibile. L'attecchimento migliore si avrà durante lo stadio di riposo vegetativo.

Il trapianto di ecocelle va effettuato in concomitanza di scavi, ad esempio minerari, che prevedono vaste superfici di scotico ed altrettante di ripristino. Le porzioni di scarpata tra le ecocelle verranno ricoperte di terreno vegetale che verrà seminato con miscele normali, in attesa della ricolonizzazione da parte delle specie autoctone sia vegetali che animali contenute nelle ecocelle stesse.

2.6 Tappeto erboso pronto

- a) a rotolo
- b) a zolla

Rivestimento di scarpata o sponda a bassa pendenza con cotico erboso pronto in genere a rotolo di larghezza 0,3-0,4 m e di lunghezza di 1,5-2 m, rasati a macchina, dallo spessore di 2,5 - 4 cm, disposti a strisce verticali srotolate dall'alto verso il basso, eventualmente fissate con picchetti sui pendii più ripidi.

Il substrato va comunque rivestito con uno strato di terreno vegetale o di humus sabbioso, per il miglior attecchimento delle piante erbacee. Le miscele impiegate per la produzione dei cotichi vanno calibrate in funzione delle condizioni di applicazione. Dopo la posa in opera i tappeti erbosi vanno pressati o rullati.

2.7 Trapianto di rizomi e di cespi

- a) divisi
- b) sminuzzati

Prelievo dal selvatico di rizomi, stoloni e cespi di graminacee ed altre specie idonee in pezzi di circa 10-15 cm e loro piantagione (per i rizomi fittonanti ad es. Phragmites) per circa 4 cm o deposizione sul terreno sminuzzati od interi e ricopertura con un leggero strato di terreno vegetale per evitarne il disseccamento.

Il trapianto va eseguito all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo in ragione di 3-5 pezzi per m².

Tale tecnica va utilizzata per la riproduzione di specie non esistenti in commercio e di difficile riproduzione per seme. La moltiplicazione può essere effettuata anche tramite vivaio e successivo trapianto, utilizzando contenitori a bivalve in cui vengono inseriti frammenti di cespi dalle graminacee selvatiche, che vengono ritrapiantati dopo un ciclo di sviluppo nelle aree da colonizzare.

2.8 Copertura diffusa con ramaglia viva

- a) normale
- b) armata

Rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata mediante copertura con ramaglia viva con capacità di propagazione vegetativa (Salici, Tamerici, Myricaria, Ligustrum) con densità di 20-50 verghe o rami per metro, di lunghezza minima di 150 cm, disposte perpendicolarmente alla corrente, previa posa di paletti di castagno o di larice infissi per almeno 60 cm e sporgenti per 20 cm a file distanti 1 m e con interasse da 1 a 3 m a seconda della pressione idraulica. La parte inferiore dei rami dovrà essere conficcata nel terreno o

nel fondo e lo strato inferiore dovrà coprire lo strato superiore con sormonto di almeno 30 cm.

La ramaglia verrà fissata ai paletti tramite filo di ferro, talee trasversali, fascine o graticciate e ricoperta con uno sottile strato di terreno vegetale. La base della sponda così ricoperta verrà consolidata con blocchi di pietrame eventualmente collocati in un fosso preventivamente realizzato. Tali blocchi (di dimensioni minime di $0,2 \text{ m}^3$) potranno venir collegati con una fune di acciaio (variante "armata") fissata a pali di legno o di ferro, onde consentire una maggior protezione al piede, pur conservando una certa elasticità. Il periodo migliore di esecuzione è il tardo autunno.

2.9 Copertura diffusa con culmi di canna

Rivestimento di sponda, precedentemente modellata, in condizioni di bassa pendenza e velocità dell'acqua, con culmi di canna (essenzialmente viene impiegata Phragmites australis) in numero di 30-60 culmi per metro, di lunghezza da 80 a 170 cm, disposti perpendicolarmente alla corrente, con la parte inferiore a contatto con l'acqua (10-15 cm sotto il livello medio). Il fissaggio avverrà mediante paletti e filo di ferro in analogia al punto precedente.

Il periodo migliore per il rivestimento va da marzo a maggio quando i giovani culmi hanno raggiunto la grandezza indicata.

2.10 Viminata viva

- a) Viminata viva
- b) Viminata viva con disposizione romboidale
- c) Viminata viva

seminterrata

Stabilizzazione di pendio o scarpata mediante viminata formata da paletti di legno (larice, castagno, ecc.) di $\varnothing 3 \div 10 \text{ cm}$ o di ferro $\varnothing 12 \div 14 \text{ mm}$, di lunghezza $80 \div 100 \text{ cm}$ infissi nel terreno lasciando una altezza fuori terra di $15 \div 30 \text{ cm}$, alla distanza di $1 \div 3 \text{ m}$ uno dall'altro, intervallati ogni 30 cm da paletti o talee vive di 40-50 cm, collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa, con l'estremità conficcata nel terreno, di almeno 150 cm di lunghezza, intrecciate sui paletti principali e secondari e legate con filo di ferro per un'altezza di $15 \div 25 \text{ cm}$ fuori terra ed una parte interrata di almeno 10 cm (l'infossamento ed il contatto con il terreno consentono il migliore attecchimento e radicazione delle piante).

Le vimate verranno disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,2 a 2 m. Delle varianti sono costituite da file diagonali a formare rombi o quadrati che aumentano la capacità antierosiva e dalla disposizione seminterrata in solchetti di 20 cm ca onde aumentare la percentuale di attecchimento in substrati aridi e aumentare l'effetto antiruscellamento.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

2.11 Viminata viva spondale

Stabilizzazione di sponda mediante viminata formata da paletti di legno (larice, castagno) di $\varnothing 8 \div 15 \text{ cm}$, di lunghezza $100 \div 150 \text{ cm}$ infissi a reggere la sponda per una altezza fuori terra di $50 \div 80 \text{ cm}$, alla distanza di $1 \div 3 \text{ m}$ uno dall'altro, collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa

con capacità di propagazione vegetativa, di almeno 150 cm di lunghezza, intrecciate sui paletti e legate con filo di ferro. Il contatto con il terreno spondale consente il migliore attecchimento e radicazione delle piante.

Le viminate spondali verranno utilizzate su sponde di piccoli corsi d'acqua per creare dei piccoli terrazzamenti o sostegni spondali in genere ad una sola fila parallela alla direzione del flusso e con la parte interrata e più grossa delle verghe a monte e l'intreccio a valle.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

2.12 Fascinata viva su pendio

- a) Fascinata viva su pendio
- b) Fascinata viva su pendio con piantine

Stabilizzazione di pendio su pendenze massime di 30°- 35° e con necessità di drenaggio superficiale, con fascinate vive, mediante scavo di un fosso di 0,3 ÷ 0,5 m di larghezza ed uguale profondità, posa nei solchi di fascine di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici, ecc.), composte da 5-6 verghe di \varnothing minimo 1 cm con punti di legatura distanti circa 70 cm, fissaggio con paletti di legno vivi o morti di almeno 60 cm e \varnothing 5 cm o con aste in ferro \varnothing 8 - 14 mm, infilati attraverso la fascina o a valle di essa, legati con filo di ferro, il tutto ricoperto con uno sottile strato di terreno. Le file di fascine saranno orizzontali (con funzione di immagazzinamento dell'acqua) o avranno opportuna inclinazione (per aumentare la funzione di deflusso laterale) e disteranno 1,5 ÷ 2 m l'una dall'altra.

Nella variante con piantine le fascinate potranno essere abbinata a piantagioni di idonee specie arbustive radicate in ragione di 1-2 pezzi per metro avendo cura di tracciare solchi più larghi (0,30 ÷ 0,60 m) che vengono riempiti, dopo deposta la fascina con terreno vegetale o compost.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

2.13 Fascinata viva drenante su pendio

Costituzione di drenaggi con fascine disposti lungo il percorso più breve che seguirebbe l'acqua lungo il pendio con eventuali diramazioni laterali per un prosciugamento diffuso. Le fascine saranno formate da verghe o rami lunghi e diritti di piante legnose con capacità di propagazione vegetativa, anche in combinazione con ramaglia "morta" (ma non disseccata), che viene posta nella parte bassa a contatto con il terreno, disponendo le parti grosse sempre dalla stessa parte (in direzione opposta al deflusso). Il tutto a costituire fascine continue di \varnothing 0,20 ÷ 0,60 m, legate ad intervalli di 50 cm con filo di ferro \varnothing 1,5 ÷ 3,0 mm e fissate in solchi di drenaggio predisposti lungo il pendio mediante paletti di legno \varnothing 8 ÷ 12 cm o di ferro \varnothing 8 ÷ 14 mm, con eventuale rinforzo longitudinale con fili di ferro o corde di acciaio per evitare rotture dovute ad eccessive sollecitazioni da trazione nei tratti più ripidi.

Per drenaggi di acque che si trovano ad una profondità maggiore di 30 - 40 cm, verrà scavato un fosso ad opportuna profondità che verrà riempito con pietrisco drenante, eventualmente concomitante con un tubo di

drenaggio, per uno spessore di 20 ÷ 60 cm, sormontato a sua volta da una fascinata viva che raggiunge la superficie. Altri abbinamenti possono essere effettuati tra diverse fascinate vive (superficiali) e fascinate morte (sotterrate). I fossi drenanti con fascinate andranno collegati ai collettori di sgrondo.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

2.14 Fascinata spondale viva di specie legnose

a) Fascinata spondale viva di specie legnose rinforzata con massi

Protezione del piede di sponda con fascinata viva in corsi d'acqua con portata relativamente costante e il cui livello medio permetta che la fascina si trovi fuori dall'acqua per almeno tre mesi durante il periodo di vegetazione.

Le fascine saranno costituite da rami vivi di specie legnose adatte alla riproduzione vegetativa (salici, tamerici, miricaria) mescolati ad altre specie, avranno un \varnothing da 0,20 a 0,50 cm legate con intervalli di 30 cm con filo di ferro di almeno 2 mm, e verranno poste in modo da sporgere per $1/2 \div 1/3$, in un fossatello predisposto al piede della sponda, su uno strato di rami che sposteranno per almeno 50 cm da sotto la fascina fuori dall'acqua.

Le fascine verranno fissate ogni 0,8 - 1 m con pali di salice vivi o con barre in ferro e dovranno essere ricalzate con terreno per garantire la crescita delle piante.

La messa in opera potrà avvenire soltanto durante il periodo di riposo vegetativo.

Nella fascinata rinforzata sino all'altezza della portata di magra

l'alveo viene rivestito con massi di varia dimensione a rinforzo basale della parte sommersa.

2.15 Fascinata sommersa

Protezione di sponda mediante una fascina costituita da legname morto di specie arbustive, appesantita al centro con ghiaia o pietrisco di \varnothing 0,3 ÷ 0,6 m costruita in posto e legata con filo di ferro \varnothing minimo 3 mm, nastro metallico o tessuto sintetico, fissata con pali di legno di minimo 0,6 - 1 m di lunghezza o tondini metallici di lunghezza variabile a seconda del substrato.

La tecnica, adatta per protezione di sponda nel tratto normalmente sommerso dal livello medio, va di solito abbinata con strati di ramaglia e fascine spondali vive nella parte a contatto e fuori acqua.

2.16 Fascinata spondale viva con culmi di canna

Stabilizzazione di sponda di neoformazione da dragaggi a bassa pendenza su substrati limoso-sabbiosi in aree lagunari o stagnanti o soggette a moto ondoso di lieve entità mediante fascine di culmi di canna (Phragmites australis) di 80÷120 cm di lunghezza e di \varnothing di circa 10 cm legate con filo di ferro e fissate al substrato con picchetti di legno o di ferro di 0,6-1 m, infossate nel limo per circa $1/3$ - $2/3$ del diametro, disposte a file parallele distanti 0,50 - 1,50 m.

La messa in opera potrà avvenire preferibilmente quando i giovani culmi avranno raggiunto la citata dimensione, di solito da marzo a fine maggio.

2.17 Cordonata viva

Stabilizzazione di pendii anche molto ripidi e su terreni instabili mediante le seguenti operazioni nell'ordine:

- formazione di banchine o terrazzamenti ad L orizzontali di larghezza minima di 35 - 50 cm, con leggera contropendenza (minimo 10°) distanti circa 2 - 3 m l'uno dall'altro, su cui si dispone longitudinalmente dello stangame preferibilmente di resinosa o di castagno con corteccia di \varnothing 6 ÷ 12 cm, su due file parallele, una verso l'esterno fissata con picchetti in legno o ferro e una verso l'interno dello scavo;
- stesura di un letto di ramaglia in preferenza di conifere sul fondo dello scavo;
- ricopertura con uno strato di terreno di circa 10 cm;
- collocazione a dimora di talee di salice (od altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa) in ragione di 10 ÷ 25 talee per metro, sporgenti verso l'esterno del pendio per almeno 10 - 20 cm;
- ricopertura del tutto con inerte proveniente dallo scavo superiore.

La messa in opera della cordonata potrà avvenire soltanto durante il periodo di riposo vegetativo.

2.18 Cordonata viva con piloti

Stabilizzazione di pendii con cordonata costituita da tondame di larice, altra resinosa o castagno di \varnothing 18-25 cm e lunghezza 3-4 m, appoggiato in orizzontale sul pendio, su file con disposizione alterna e distanti 2-3 m, fissato con piloti di ferro (a sezione tonda o a

doppio T) o di legno (\varnothing 8-10 cm) infissi nel pendio per minimo 1,70 m e sporgenti per 0,30 m.

Sul tondame verranno appoggiate piantine di latifoglie a radice nuda ricoperte poi di terra o inserite piantine in zolla in piccoli solchi ricavati a tergo dei tronchi.

2.19 Gradonata viva

- a) con ramaglia viva di salici, tamerici, ecc.
- b) con latifoglie radicate
- c) mista
- d) su rilevato
- e) rinforzata

Stabilizzazione di pendii mediante scavo di gradoni o terrazzamenti con profondità in genere di 0,5 ÷ 1 m con pendenza verso l'interno di 5°-10° e del pari contropendenza trasversale di almeno 10° e realizzazione di file parallele dal basso verso l'alto con interasse 1,5 ÷ 3 m, riempiendo la gradonata inferiore con il materiale di scavo di quella superiore.

- a): con messa a dimora in appoggio al gradone di ramaglia con tutte le ramificazioni di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (Salici, Tamerici, ecc.) disposta in modo incrociato alternando le diverse specie e i diversi diametri (età) dei rami. I rami devono sporgere per almeno 1/4 della loro lunghezza e gli interstizi tra i rami devono essere accuratamente intasati di terreno per evitare eccessive circolazioni di aria e disseccamento.
- b): con messa a dimora in appoggio al gradone di piante radicate di latifoglie resistenti all'inghiaimento e in grado di formare radici avventizie, di 2 - 3 anni, in ragione di 5 - 20 piante per metro, a seconda della specie,

ed aggiunta di terreno vegetale o paglia o compost di corteccia per il miglioramento delle condizioni di crescita. Le piante dovranno sporgere per almeno 1/3 della loro lunghezza.

- c): vengono formate file alterne di gradonate con ramaglia e gradonate con piantine radicate con le modalità di cui alle varianti a) e b).
- d): la messa a dimora della ramaglia viva avviene durante la costruzione a strati dei rilevati (ad esempio stradali, ferroviari o arginali). La ramaglia (10 - 30 rami per metro) viene appoggiata sul ciglio del rilevato, può avere lunghezza di 2 o più metri e viene ricoperta dallo strato successivo del rilevato. Indipendentemente dalla lunghezza i rami non dovranno sporgere più di 25 cm dal terreno. L'insieme funge anche da terra rinforzata aumentando la stabilità del rilevato.
- e): viene utilizzato un rinforzo con una striscia di carta catramata (od altro materiale sintetico) a rivestire orizzontalmente la parte esterna del gradone per circa 30 cm.

2.20 Graticciata di ramaglia

Stabilizzazione e ricostruzione di sponda in erosione mediante:

- infissione di una fila di piloti in legno (ogni 2 - 3 m) lungo la linea di sponda che si intende ricostituire;
- deposizione a tergo dei piloti di ramaglia morta a strati (o interi alberi sino a 20 cm di diametro) a formare una graticciata con le cime dei rami sporgenti per 50 ÷ 80 cm nel fiume e per uno spessore sufficiente ad eguagliare il livello medio dell'acqua;

- infissione di rami vivi di salice attraverso la graticciata sul fondo;
- appesantimento con pietrame o massi o pezzi di calcestruzzo o legatura con filo di ferro di \varnothing 3 mm.

Durante le piene per la perdita di velocità dell'acqua verrà garantita la deposizione di materiale trasportato e l'intasamento graduale della graticciata.

I salici garantiranno a loro volta il rinverdimento iniziale e verranno in seguito sostituiti da altri arbusti.

L'opera andrà eseguita e reintegrata durante il periodo di riposo vegetativo, compatibilmente con il livello dell'acqua.

2.21 Graticciata di ramaglia a strati

- a) con piloti e ghiaia
- b) con piloti e ghiaia fascinate

Stabilizzazione e ricostruzione di sponda in erosione mediante costruzione a strati di 20 - 30 cm di ramaglia viva alternati con ghiaia o materiale di riempimento; il tutto fissato con piloti in legno prima di collocare lo strato successivo. I rami vengono collocati a formare un graticcio o vengono alternati a file di fascinate (variante a) disposte ad angolo retto rispetto ai rami e lungo la direzione del flusso.

Il profilo di sponda dovrà essere rispettato senza che sporgano rami; la parte sott'acqua rispetto alla portata media verrà consolidata con massi da scogliera; la parte fuori acqua potrà essere picchettata con talee vive di salice.

Anche in questo caso la scabrosità superficiale favorirà il deposito del trasporto solido mentre i salici vivi consolideranno la

costruzione anche a lungo termine. Le numerose nicchie e interstizi favoriranno lo sviluppo del microzoobenthos.

2.22 Graticciata in rete zincata e stuoia

- a) sintetica
- b) biodegradabile

Formazione di graticciata costituita da chiodature di sostegno in tondino di ferro ad aderenza migliorata diametro minimo 24 mm, 1 m di lunghezza di cui 40 cm sporgenti, inclusa perforazione in roccia, disposti a graticciata in ragione di un pezzo ogni metro lineare e collegate a fascia di rete zincata di maglia 8x10 e filo \varnothing 2,7 rivestita internamente in stuoia sintetica tridimensionale (a) o in stuoia in fibra vegetale preseminata (b) rinforzata nella parte superiore con un tondino di ferro \varnothing 10 mm, ripiegata ad L nella parte inferiore con un risvolto minimo di 20 cm incluse legature di fissaggio, riempimento a tergo di terreno vegetale e fornitura e messa a dimora di arbusti pionieri autoctoni.

2.23 Ribalta viva

Ricostruzione e stabilizzazione di sponda mediante strati alterni di ramaglia viva di Salici, Tamerici o altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa, disposti perpendicolarmente alla linea di sponda e fascine di salici, disposte longitudinalmente alla sponda stessa. Il modulo andrà ripetuto sino a riempire l'erosione e raggiungere l'altezza desiderata, completando la costruzione con riempimento con inerte a tergo delle fascine e sopra la ramaglia.

La parte ubicata sotto il livello medio dell'acqua andrà rivestita con massi da scogliera (se del caso basati su geotessuto) o con fascine morte. La ramaglia, eventualmente disposta in obliquo rispetto alla corrente, andrà legata con molti punti di legatura e fissata con piloti in funzione della pressione idraulica.

La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

2.24 Palizzata viva

Sistemazione a gradinata di solchi a "V" profondi e ripidi che normalmente non portano acqua, in terreni soffici ed a granulometria fine (limo, argilla, sabbia) mediante infissione nel terreno uno accanto all'altro, per 1/3 della loro lunghezza, di pali vivi di specie legnose dotate di capacità vegetativa, di \varnothing minimo 5 cm, appuntiti in basso e tagliati diritti in alto, rispettando il verso di crescita.

I pali vivi verranno legati con filo di ferro \varnothing minimo di 2 mm ad un tronco trasversale, bene ammorsato nelle pareti laterali del fosso. Sono possibili luci non superiori ai 5 - 6 m ed altezze sino a 2 - 4 m.

3. Interventi combinati di consolidamento

3.1 Grata viva su scarpata

- a) semplice
- b) doppia

Sostegno di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto (che non deve essere smosso) con grata in tondame di larice, altra resinosa o castagno di \varnothing 20 - 40 cm e lunghezza 2 - 5 m, fondata su un solco in terreno stabile o previa collocazione di un tronco longitudinale di base, con gli elementi verticali distanti 1 - 2 m e quelli orizzontali, chiodati ai primi, distanti da 0,40 a 1,00 m a seconda dell'inclinazione del pendio (in genere si lavora su pendenze di $45^\circ \div 55^\circ$); fissaggio della grata al substrato mediante picchetti di legno di \varnothing 8 - 10 cm e lunghezza 1 m, o di ferro di dimensioni idonee per sostenere la struttura; riempimento con inerte terroso locale alternato a talee e ramaglia disposta a strati, in appoggio alle aste orizzontali con eventuale supporto di una griglia metallica per un miglior trattenimento del terreno. L'intera superficie verrà anche seminata e in genere piantata con arbusti autoctoni.

La grata può essere semplice (variante a) o doppia (variante b) a seconda della profondità e forma dello scoscendimento. La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname.

L'altezza massima possibile per le grate vive non supera in genere i 15 - 20 m.

3.2 Palificata spondale con fascine vive

Consolidamento di sponde subverticali mediante tondami di resinosa o di castagno di \varnothing 20 - 30 cm e di almeno 3 m di lunghezza, infissi verticalmente per almeno $2/3$ e addossati alla sponda stessa, dietro i quali vengono collocati tronchi orizzontali paralleli alla sponda alternati ad altri tronchi di minimo 1 m di lunghezza inseriti nella sponda in senso trasversale.

I singoli tondami vengono fissati l'uno all'altro con chiodi in tondino \varnothing 14 mm. Gli interstizi tra i tondami longitudinali vengono riempiti con massi sino al livello di magra dell'acqua. Negli interstizi sovrastanti, vengono inserite fascine di salice leggermente ricoperte di terreno per assicurare la radicazione dei rami di salice. Dai salici si sviluppa una vegetazione arbustiva riparia con funzione naturalistica e nel tempo anche statica mediante la radicazione che va a sostituirsi al tondame destinato a marcire.

La struttura si presta anche alla creazione di tane per ittiofauna ricavando delle nicchie nella parte sommersa sostenute da legname al posto del pietrame di riempimento.

3.3 Palificata viva di sostegno

- a) a parete semplice
- b) a parete doppia
- c) spondale

Consolidamento di pendii franosi con palificata in tondami di larice o castagno \varnothing 20 \div 30 cm posti alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale ($l = 1,50 - 2,00$ m) a formare un castello in legname e

fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini \varnothing 14 mm; la palificata andrà interrata con una pendenza del 10% - 15% verso monte ed il fronte avrà anche una pendenza del 30% - 50% per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di piloti potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; l'intera struttura verrà riempita con l'inerte ricavato dallo scavo e negli interstizi tra i tondami orizzontali verranno collocate talee legnose di Salici, Tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa nonché piante radicate di specie arbustive pioniere. Rami e piante dovranno sporgere per 0,10-0,25 m dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. Gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con massi sino al livello di magra dell'argine

- a) a parete semplice: una sola fila orizzontale esterna di tronchi e gli elementi più corti perpendicolari al pendio sono appuntiti ed inseriti nel pendio stesso.
- b) a parete doppia: fila di tronchi longitudinali sia all'esterno che all'interno. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1,5 - 2m.
- c) di difesa spondale: una fila di massi posti al piede della palificata, a contatto con l'acqua, legati con una fune di acciaio di \varnothing 16 mm e ulteriormente fissati con piloti in legno o in profilato metallico di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno $3/4$ della lunghezza.

3.4 Sbarramento vivo

Formazione di sbarramenti costituiti da due file di pali di diametro e lunghezza proporzionale alla situazione idraulica e

geomorfologica (in genere si usa un \varnothing di 10 - 12 cm), tra le quali vengono introdotti sterpi secchi e fascine sommerse; i pali saranno contraventati a coppie con filo di ferro \varnothing 5 mm; all'interno del pacchetto potranno essere inserite talee di salice, nei casi di livelli dell'acqua con scarsa variabilità; lo sbarramento verrà disposto parallelamente alla linea di sponda come frangiflusso per la creazione di tratti protetti, tutela di canneti e incremento di spazi vitali per la fauna acquatica.

3.5 Pennello vivo ad intreccio

Formazione di pennelli a partire dalla riva e posizionati ad angolo retto, con inclinazione verso valle o verso monte rispetto alla direzione del flusso, costituiti da pali di lunghezza variabile (in genere 100 ÷ 150 cm e \varnothing 5 ÷ 10 cm) disposti a file singole o multiple, sui quali vengono intrecciati rami o verghe di salice.

La struttura verrà posizionata in modo da determinare una riduzione della forza erosiva dell'acqua, dell'erosione e al contempo un deposito del trasporto solido.

3.6 Traversa viva

- a) in pietrame e talee
- b) in fascinate e talee
- c) in gabbionata cilindrica e talee

Formazione di traverse costituite da pettini o soglie nel tratto di golena in erosione partendo dalla sponda erosa sino alla linea di sponda progettata, mediante scavo di solchi di circa 30 x 50 cm con accumulo lato valle del materiale scavato, infissione nel solco di rami

vivi di salice di 100 ÷ 150 cm di lunghezza rivolti verso valle con un angolo di 45° - 60°, a formare una barriera molto fitta e senza lacune; consolidamento della ramaglia mediante riempimento del solco a monte con pietrame (variante a) o con fascine (variante b) o con gabbionate cilindriche (variante c) poste con la parte superiore all'altezza del livello medio dell'acqua.

Particolare cura dovrà essere posta nella finitura delle due estremità: la "testa" verso l'acqua andrà costruita con rami di salice disposti a ventaglio attorno alla testa in pietrame; la "radice" lato sponda, andrà impostata in profondità e rialzando il coronamento.

Per ottenere un'efficace difesa del tratto in erosione ed un interrimento nel tempo, andranno realizzate varie file di traverse disposte ad angolo retto rispetto al filone della corrente, tranne la prima a monte (angolo acuto verso la corrente) e l'ultima a valle (angolo ottuso). Le traverse verranno collocate a distanza di una volta sino ad una volta e mezzo della loro lunghezza.

In caso di corsi d'acqua a forte capacità erosiva il sistema di traverse vive andrà abbinato con graticciate o con opere longitudinali lungo la futura linea di sponda.

3.7 Repellente di ramaglia a strati

- a) con sostegno in pali
- b) con sostegno in geotessile a sacche

Formazione di repellente di ramaglia a strati con funzione di difesa sia longitudinale che trasversale, costituita da un corpo di strati di fascine o di ramaglia alternati con tout-venant ghiaioso in

genere prelevato dall'alveo.

Nella variante a) tutto è sostenuto da file di pali, eventualmente infissi in precedenza, di dimensione e passo funzione del tipo di fondo e del livello dell'acqua. Nel caso di ricostruzione della linea spondale le punte dei rami dovranno terminare esattamente in corrispondenza della linea di sponda progettata. Il piede della costruzione a strati verrà ulteriormente consolidato con pietrame nel tratto di oscillazione del livello dell'acqua.

Nella variante b) la struttura è sostenuta da geotessuti a sacche riempiti di tout-venant e alternati alla ramaglia. La sacca superiore viene ulteriormente piantata con talee legnose di salice od altra specie idonea infisse verticalmente. Le caratteristiche di portanza e resistenza a trazione/taglio del geotessuto dovranno essere dimensionate in funzione dei parametri statici ed idraulici.

3.8 Rullo spondale con zolle (pani) di canne

- a) in rete metallica
- b) in georete sintetica

Per il consolidamento di tratti di sponda in erosione di canali, corsi d'acqua a bassa pendenza, laghi, con limitate oscillazioni del livello dell'acqua, con trasporto solido limitato a limi in sospensione, in genere su substrati sabbioso-limosi debolmente ghiaiosi, verrà realizzato un rullo cilindrico in rete zincata (plastificata se in presenza di acque salmastre o salse) di maglia minima 8x10 cm, disposta a telo aperto di larghezza minima di 120 - 160 cm, in un solco predisposto di minimo 40 x 40 cm, sostenuto da pali di legno verso l'esterno e sul fondo, opportunamente dimensionati e

intercalati in funzione del substrato e dello sforzo; il telo viene riempito di tout-venant ghiaioso (pezzatura 80-120 mm) o sabbioso per i 2/3 inferiori (in tal caso la rete va rivestita con un geotessuto filtrante sintetico o in fibra vegetale o va adottata la georete sintetica).

Nella variante b) sopra vengono collocati pani di canne ed altre specie igrofile (*Phragmites*, *Typha*, *Schoenoplectus*, *Phalaris*, *Carex*, ecc.), il tutto verrà poi richiuso e legato a cilindro con filo di ferro.

Il rullo ad operazione conclusa dovrà sporgere per 5-10 cm sul livello medio dell'acqua.

La lavorazione potrà avvenire durante il periodo di riposo vegetativo, possibilmente in primavera prima della germogliazione.

3.9 Rullo con ramaglia viva

- a) in georete sintetica
- b) in rete metallica

In analogia al punto precedente potranno venir realizzati rulli in geotessuto sintetico riempiti di tout-venant ghiaioso o terroso abbinati a ramaglia viva e morta di salici o altre specie con analoghe proprietà vegetative, disposta a sostegno come sottofondo al rullo e internamente ad esso nella parte periferica inferiore e superiore.

La lavorazione prevede:

- scavo di un basamento in contropendenza al piede della sponda;
- disposizione di ramaglia trasversalmente alla linea di flusso;
- stesura della rete zincata o del geotessile in teli larghi 2-4 m e lunghi secondo necessità;
- rivestimento con ramaglia, ricarico del materiale da

riempimento;

- copertura con ulteriore strato di ramaglia;
- chiusura a rullo e cucitura con filo di ferro (diametro minimo 2 mm) con eventuale ausilio di mezzi d'opera per diametri vicini ad 1 m;
- fissaggio del rullo mediante pali d'acciaio di 1-3 m di lunghezza e \varnothing 16-22 mm, battuti attraverso il rullo.

La variante b) in rete metallica potrà essere applicata solo in presenza di inerte ghiaioso di riempimento di diametro superiore a 80-120 mm.

La difesa in rullo e ramaglia verrà attuata su fondali limosi e fangosi che male sopportano i carichi (es. scogliera) e con fondi movimentati. La collocazione avverrà nel periodo di riposo vegetativo e in modo che la ramaglia di base non si trovi sott'acqua per oltre tre mesi in tale periodo.

3.10 Rullo spondale in fibra di cocco

In analogia ai punti precedenti potranno venir realizzati rulli in fibra biodegradabile, in genere in cocco, costituiti da una rete in fibra sintetica o biodegradabile in cocco di maglia massima 60x80 mm riempiti in fibra di cocco naturale, con fibre di 10-16 cm, di peso secco per metro lineare di rullo tra 4 e 40 Kg in funzione del \varnothing da 20 a 60 cm, con una resistenza a pressione di 1,3 tonn/m^2 ed una deformazione da 1,5 a 3,5 cm in funzione del diametro se sottoposti ad un peso di 80 Kg. I rulli saranno a moduli cuciti lunghi da 3 a 6 m e cuciti con filo di nylon di \varnothing di 5 mm e fissati al substrato con pali in legno di diametro e lunghezza funzionali alle

caratteristiche di progetto ed al numero di file sovrapposte. In genere per rulli disposti a fila unica si prevedono pali di \varnothing 8 cm lunghi 100 cm e distanti 80 cm.

I rulli stessi potranno essere piantati con specie idonee alle caratteristiche locali, in genere canne, carici e specie salsoresistenti nelle zone ad acqua salmastra.

La durata prevista dei rulli è di 10-15 anni ed il progetto dovrà tener conto della sostituzione della funzione meccanica e di drenaggio del rullo stesso da parte delle specie piantate. Il rullo ad operazione conclusa dovrà sporgere per 5-10 cm sul livello medio dell'acqua.

La lavorazione potrà avvenire durante il periodo di riposo vegetativo, possibilmente in primavera prima della germogliazione.

3.11 Muro cellulare (alveolare) rinverdito

- a) in calcestruzzo
- b) in legno
- c) spondale

Formazione di muri cellulari o alveolari con elementi prefabbricati in calcestruzzo (variante a) di varia forma e dimensioni (a trave, a tubo, a piastra, a contenitori sovrapposti, ecc.).

Il metodo va considerato ai confini dell'Ingegneria Naturalistica in quanto la funzione statica è totalmente legata alla struttura in cls, mentre le piante consolidano solo il terreno di riempimento. Inoltre le superfici in cls dei moduli esaltano i problemi legati all'insolazione e al deficit idrico estivo limitando le possibilità di crescita delle piante. Questo limite d'impiego si aggrava nelle regioni centro meridionali.

Pur nella notevole varietà

costruttiva e strutturale dei diversi sistemi di muro prefabbricato in commercio, valgono alcune prescrizioni funzionali comuni:

- verifica della stabilità geomeccanica complessiva della base d'appoggio e della stabilità propria della struttura;
- dimensionamento minimo della parte alveolare frontale tale da consentire la crescita delle piante;
- riempimento con inerte drenante nella parte posteriore a contatto con il versante riempimento con terreno vegetale nel 1/4 fronte esterno;
- altezza e inclinazione del muro, forma dei paramenti frontali e sistemi di convogliamento acqua tali da garantire l'affluenza di acque meteoriche o di irrigazione nel fronte esterno;
- inerbimento e messa a dimora di specie arbustive a comportamento pioniero e xeroresistenti.

Nella variante b) gli elementi costruttivi prefabbricati del muro sono in legname squadrato, trattato con sali impregnanti, che consente altezze da 1 a 8 m e durata dichiarata di 40-50 anni. Per la natura dei materiali vi sono dei vantaggi sia estetici che rispetto alla crescita delle piante. Vi è il rischio di alveoli di dimensione eccessivamente ridotta per certi elementi modulari con piccoli spessori e rapporti vuoto/pieno sfavorevoli alle piante.

Come consolidamento spondale (variante c) il muro cellulare si presta in condizioni di sezione ristretta senza possibilità di ampliamento o addolcimento della pendenza (tratti urbanizzati, adiacenze di infrastrutture, manufatti) ed è sostitutivo del muro in cls o della scogliera cementata.

I muri cellulari potranno essere realizzati in qualsiasi stagione salvo

la parte verde che sarà soggetta alle normali limitazioni stagionali delle semine e messe a dimora.

3.12 Mantellate in calcestruzzo

Formazione di rivestimento di superfici piane o in scarpata in piastre forate o in mattoni forati d'impilaggio in genere con morfologia ad incastro strutturati per lo scopo specifico; i fori vanno riempiti di materiale terroso, non necessariamente vegetale, ma tale da poter accogliere la radicazione delle piante erbacee a seguito di semina o idrosemina.

Tale rivestimento verrà utilizzato ove sussistano esigenze funzionali di carico (aree di sosta, parcheggi, rampe di uso saltuario), di protezione di scarpate con limitazioni di crescita per le piante (spalle di ponti, banchine, bordi stradali in adiacenza di edifici), di protezione di scarpate con valori limite di pendenza su substrati soggetti ad erosione (sabbie, argille) in presenza di acque di ruscellamento superficiali.

I problemi di manutenzione e le possibilità di crescita sono legati alle caratteristiche stazionali. Spesso sarà consigliabile riempire i vuoti con miscugli di sabbia (poveri di sostanze nutritive) al posto della terra vegetale per limitare l'eccessivo sviluppo delle erbe infestanti.

3.13 Gabbionata in rete metallica zincata rinverdità

- a) con talee
- b) con cuneo verde interno
- c) con cuneo verde esterno

Formazione di gabbionata verde

mediante impiego di normali gabbionate in rete metallica a doppia torsione di maglia esagonale minima 8x10 cm tessuta con trafilato in ferro di diametro minimo 2,7 mm zincato a caldo (UNI 8018) se del caso ricoperto di rivestimento plastico in PVC di spessore minimo di 0,4 - 0,5 mm e diametro complessivo minimo del filo 3,7 mm, confezionato a parallelepipedo di varie dimensioni (in genere 0,5 ÷ 1 m x 1 m x 2 m). Tali elementi, riempiti con pietrame grossolano sono tradizionalmente usati nelle costruzioni idrauliche, stradali, consolidamento di versanti, ecc.

Nel loro impiego combinato con piante vive si prestano a varie applicazioni dell'ingegneria naturalistica che sono suscettibili di ulteriori evoluzioni data l'adattabilità dei materiali. Già il loro uso tradizionale presenta notevole plasticità dando adito nel tempo a processi di rinaturazione spontanea.

Sulle tipologie di abbinamento sinora operate valgono le seguenti indicazioni:

- inserimento di talee, ramaglia viva, piante all'interno del gabbione o tra un gabbione e quello soprastante in fase di costruzione (variante a), le talee dovranno attraversare completamente il gabbione ed essere inserite nel terreno dietro il gabbione stesso per una profondità che dia garanzia di crescita. Tale operazione potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo
- realizzazione di un cuneo frontale interno costituito da un non tessuto verticale di separazione interna verso il pietrame e una georete tridimensionale plastica o in fibra vegetale verso l'esterno, il tutto riempito di terra vegetale, seminato e piantato (variante b)
- formazione di un cuneo, come al

punto precedente, ma esterno realizzato sul gradoncino tra un gabbione e quello soprastante in genere arretrato di 50 cm. In questo caso il non tessuto è posto esternamente a rivestire la parte orizzontale, e in parte quella verticale, del gradoncino. Il cuneo potrà essere semplicemente ricaricato di terra vegetale, seminato e piantato oppure richiuso con una rete zincata foderata con georete tridimensionale sintetica o in fibra vegetale.

3.14 Materasso in rete metallica rinverdito

- a) spondale
- b) su scarpata

Formazione di rivestimento in materasso verde in gabbionate di spessore minimo di 0,17 cm, in moduli di larghezza minima di un metro, fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 6x8 cm, tessuta con trafilato di ferro, di diametro minimo 2,2 mm zincato a caldo (UNI 8018) se del caso ricoperto da un rivestimento plastico di PVC di spessore minimo 0,4 - 0,5 mm e diametro complessivo del filo non inferiore a 3,2 mm., foderati sul fondo in geotessuto sintético o in fibra vegetale ritentore di fini del peso minimo di 350 g/m², riempito di un miscuglio di terreno vegetale e/o materiale sciolto con caratteristiche fisico-idrologiche, chimiche ed organiche tali da favorire la germinazione e la crescita delle piante. La copertura esterna sarà realizzata con rete metallica dello stesso tipo abbinata ad una georete tridimensionale o a un biofeltro in fibra vegetale di minimo 800 g/m² eventualmente

preseminato e preconciato. A chiusura avvenuta il materasso verrà ulteriormente seminato in superficie e piantato con talee, rizomi, cespi ed arbusti radicati di specie autoctone. Le operazioni in verde verranno eseguite nelle stagioni idonee.

a) spondale: verrà adottata in condizioni di pressione idraulica significativa su sponde di fiumi e canali con pendenza massima 2/3, operando il rivestimento continuo o finestrato con moduli a diaframmi interni con interasse 1 m. In testa e al piede verrà effettuato un riempimento con pietrame.

b) su scarpata: prevede la collocazione su pendio, in genere in roccia, su pendenze massime di 45° - 50° anche di singoli materassi, in genere di minimo 0,2 x 1 x 2 m, fissati mediante barre metalliche di lunghezza e diametro atti a garantire l'aderenza e la stabilità del materasso stesso. L'impiego su scarpata è giustificato in condizioni di pendenza e substrato tali da non consentire altri interventi a verde. Il valore soglia di 45° - 50° è condizionato dall'apporto di acque meteoriche che a valori superiori diventa insufficiente.

La messa a dimora di specie arbustive prevede il taglio di alcune maglie della rete nella parte superficiale. Va accuratamente effettuata la selezione delle specie pioniere xeroresistenti autoctone e ove necessario (nelle regioni centro meridionali e in esposizione Sud) adottato un impianto di irrigazione di soccorso per i primi due cicli stagionali sino ad affrancamento avvenuto delle piante.

3.15 Terra rinforzata a paramento vegetato

- a) con geosintetici
- b) con griglia metallica e geosintetici
- c) con griglia e armatura metallica
- d) con pannello in calcestruzzo e armatura metallica
- e) con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante.

Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di 60° (-70°) per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento;
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 60 g/m^2 , collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso. A miglior garanzia di riuscita del cotico erboso le stuoie frontali dovranno, ove tecnicamente possibile, essere preseminate e preconcimate;
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee o piante radicate in quantità minima di 1 ogni 5 m^2 , che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-

pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.

- realizzazione di un sistema di drenaggio a tergo della struttura in terra rinforzata che non impedisca però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione indispensabile per dare autonomia naturalistica, stabilità superficiale e collaudabilità a questo tipo di interventi.

Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a : verifica di stabilità interna in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo $0,4 \text{ m}$ mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

- a) con geosintetici: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geosintetici costituiti da fibre di varia natura (poliestere, polietilene, polipropilene, etc). Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (superiore a 20 KN/m) ed allungamento a rottura compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione ammissibile del materiale che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere documentate con certificazioni di qualità in conformità alla normativa vigente. In tal caso il geosintetico, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene ripiegato a sacco a chiudere frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego di geosintetici a maglia aperta è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati al geosintetico georeti tridimensionali sintetiche o biofeltri e biostuoie in fibra vegetale.
- b) con griglia metallica e geosintetici: l'armatura del rilevato è costituita da un geosintetico con resistenza a trazione non inferiore a 25 KN/m; sul fronte esterno viene posizionata una rete metallica elettrosaldata che funge da cassero con maglie differenziate di \varnothing da 6 mm a 9 mm; la rete metallica è rivestita da un geotessile composito per il trattenimento del terreno e base d'appoggio della vegetazione che dovrà consentire la trasparenza alla radicazione delle piante erbacee; lo spessore degli strati non potrà superare i 65 cm. Le specifiche del geosintetico di rinforzo devono presentare caratteristiche conformi al punto a).
- c) con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, ad aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5 x 45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia o da un biofeltro e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.
- d) con pannello in calcestruzzo e armatura metallica: le armature sono come al punto precedente e sono collegate con un sistema di pannelli in cls formati da piastre inclinate e contrafforti d'appoggio verticali ad incastro. Le piastre sono inclinate di circa

70° rispetto all'orizzontale a formare, mediante la loro sovrapposizione a quinconce, dei contenitori che vengono riempiti di terra vegetale. Il metodo presenta rispetto ai muri cellulari i seguenti vantaggi:

- un'inclinazione complessiva massima del muro (circa 70°) e posizionamento ad invito dei pannelli tali da ricevere e convogliare l'acqua meteorica;
- un facile apporto dall'esterno di terra vegetale ad opera realizzata, che va a contatto con l'inerte costituente il rilevato in terra armata.

e) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 8x10 cm, tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,7 mm zincato a caldo (UNI 8018), con rivestimento in PVC o XLPE con resistenza agli UV, alte temperature ed agli altri agenti atmosferici certificati, di spessore minimo 0,4 - 0,5 mm e diametro complessivo del filo 3,7 mm circa avente resistenza nominale non inferiore a 40 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante.

3.16 Muro a secco rinverdito

Formazione di muratura a secco con pietrame squadrato al grezzo con inserimento durante la costruzione di ramaglia viva (sino a 10 pezzi/m²), o piante legnose radicate (2-5 pezzi/ m²) o zolle erbose. I rami non dovranno sporgere più di 30 cm dal muro nell'aria, per evitare disseccamenti, e in tal senso dovranno essere potati dopo la posa in opera.

Le fughe tra i massi andranno intasate con terreno vegetale o almeno materiale fine tale da rendere possibile l'attecchimento delle piante.

La costruzione potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo, la presenza della vegetazione oltre a consolidare nel tempo la struttura, consentirà di ottenere un maggior drenaggio del terreno retrostante. Date le condizioni particolari è prevista una fallanza del 30-40%.

3.17 Cuneo filtrante

Formazione di un cuneo di inerte drenante a varia pezzatura (ghiaia, pietrisco) riportato a strati alternati a disposizione di ramaglia viva e talee, con capacità di ricaccio (che devono arrivare sino al substrato di base) piante radicate o zolle di canneto. Il tutto a ricostruire un tratto di versante franato ove vi sia presenza di acqua nel substrato, inserendo, se del caso, tubi drenanti alla base e lungo il pendio o realizzando un sostegno al piede in muro a secco o palificata viva o altra tecnica.

La superficie esterna (in genere senza riporto di terreno vegetale) verrà inerbita con idonea miscela di sementi e tecnica di semina in funzione delle condizioni locali di

intervento.

b) a soglia

3.18 Rampa a blocchi

Consolidamento di fondo di corso d'acqua in tratti di salto mediante pietrame o massi di diametro variabile a seconda dei parametri idraulici da 0,4 a 1(2) m, disposto a rampa su 1 - 2 file di massi fissati ulteriormente da file di piloti in acciaio o in legno di dimensioni tali da garantire la funzione di bloccaggio e la durata.

La rampa è sostitutiva delle briglie e dei salti di fondo in calcestruzzo e garantisce gli spostamenti di risalita dei pesci e di altra fauna acquatica.

La rampa a blocchi può essere realizzata:

- a) lungo la sezione principale di deflusso e in tal caso verrà creato un allargamento consolidato con pietrame nel punto di inserzione tra la rampa e la sponda;
- b) quale by-pass laterale al corso principale in presenza di una preesistente briglia in calcestruzzo o altro sbarramento trasversale. In tal caso si collocano i massi al fine di creare diversi piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire a tutta la fauna ittica di risalire l'ostacolo. La pendenza non dovrà superare il rapporto 1:10 e il dislivello tra due bacini contigui i 20-25 cm. I massi principali vanno collocati in piedi e fissati con putrelle o tondini in acciaio (va evitato il calcestruzzo) le vasche vanno riempite di pietrisco e ghiaia di \varnothing 20-30 cm.

3.19 Blocchi incatenati

- a) a protezione longitudinale

Disposizione di massi ciclopici a file e loro legatura mediante fune d'acciaio di diametro opportuno collegata con barre d'acciaio con estremità ad occhiello (o tasselli ad espansione) fissata con malta cementizia antiritiro a singoli massi e vincolate al fondo mediante piloti in legno o ferro.

Le file possono fungere da protenzioni spondali longitudinali (variante a) come nella copertura diffusa armata, o trasversali a soglia (variante b) nel qual caso vengono di solito collocate due file di massi legati e collegati a loro volta tra loro e fissate a travi poste a monte della soglia, infisse nell'alveo per 1,5 - 2 m e con interasse idoneo a garantirne la stabilità.

La struttura viene di solito completata con inserimento di ramaglia viva

3.20 Scogliera rinverdita

Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici rinverdita, di rivestimento e difesa di scarpate spondali, realizzata mediante:

- sagomatura dello scavo, regolarizzazione del piano di appoggio con pendenza non superiore a 2/3;
- eventuale stesa di geotessile sul fondo di peso non inferiore a 400 g/m² con funzione strutturale di ripartizione dei carichi e di contenimento del materiale sottostante all'azione erosiva;
- realizzazione del piede di fondazione con materasso o taglione (altezza di circa 2,0 m e interrimento di circa 1,0 m al di sotto della quota di fondo alveo) in massi, ad evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilitazione del

pietrame in elevazione. Il materasso di fondazione deve essere realizzato prevedendo eventuali soglie di consolidamento costruite sempre con grossi massi, o anche con la realizzazione di piccoli repellenti;

- realizzazione della massicciata in blocchi di pietrame per uno spessore di circa 1,50 m, inclinati e ben accostati, eventualmente intasati nei vuoti con materiale legante (al di sotto della linea di portata media annuale) oppure legati da fune d'acciaio. I blocchi devono avere pezzatura media non inferiore a $0,4 \text{ m}^3$ e peso superiore a 5-20 q, in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente d'acqua e della forza di trascinamento. Le pietre di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera. Nel caso che il pietrame venga recuperato nell'alveo, è necessario fare in modo che non venga alterata eccessivamente la struttura fisica dello stesso (dimensione media del pietrame di fondo, soglie naturali, pendenza);
- impianto durante la costruzione di robuste talee di salice, di grosso diametro, tra le fessure dei massi (al di sopra della linea di portata media annuale), poste nel modo più irregolare possibile. In genere vanno collocate 2-5 talee/ m^2 , e su aree soggette a sollecitazioni particolarmente intense (es. sponda di torrenti con trasporto solido) da 5 a 10 talee/ m^2 e di lunghezza tale (1,50-2 m) da toccare il substrato naturale dietro la scogliera. I vuoti residui devono essere intasati con inerte terroso. Il dilavamento del terreno nelle fessure poste al di sotto della

linea di portata media annuale può essere diminuito o anche eliminato con l'inserimento di stuoie vegetali.

3.21 Briglia viva in legname e pietrame

Briglia viva in legname e pietrame di consolidamento, di modeste dimensioni trasversali, a struttura piena, realizzata mediante:

- incastellatura di legname a parete doppia (struttura a cassone o reticolare) in tondame scortecciato, unito da chiodi e graffe metalliche zincate. la soglia sarà realizzata da travi di diametro pari a 15-20 cm, opportunamente incastrate nelle spalle, ancorate ai pali di sostegno mediante tacche di ancoraggio e chiodi di ferro o nastri d'acciaio zincati. se necessario, la fondazione dovrà essere consolidata da pali. Il rivestimento della vasca tra il corpo briglia e la controbriglia verrà realizzato con pietrame reperito in loco;
- riempimento della briglia con materiale drenante di ciottoli o ghiaia e terreno drenante costipabile, o pareggiato con dei sassi;
- eventuale posizionamento a tergo di geotessile per evitare sifonamenti;
- completamento della soglia durante il riempimento con deposizione fra i correnti di rami lunghi 1,50-2,0 m, con capacità di propagazione vegetativa, e/o con talee di salice (1-5 pezzi/m), e/o con piante di latifoglie radicate. Per briglie di piccole dimensioni, si può alternare alle travi di legno viminate o fascinate vive, ben fissate al terreno di fondazione e ai pali di sostegno mediante picchetti di

legno e legature metalliche

D.P.R. 14 aprile 1993

Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Vista la legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo;

Visto il decreto-legge 10 marzo 1993, n. 57, recante interventi urgenti a sostegno dell'occupazione, che all'art. 3 autorizza l'esecuzione di interventi di manutenzione idraulica e forestale nell'ambito degli ecosistemi fluviali, sulla base dei programmi redatti dalle competenti autorità di bacino e dalle regioni, d'intesa fra di loro e singolarmente;

Considerato che il medesimo art. 3 stabilisce che i programmi di cui sopra siano predisposti sulla base di criteri e modalità fissati con decreto del Presidente della Repubblica, da emanarsi ai sensi dell'art. 4, comma 1, lettera f), della legge 18 maggio 1989, n. 183;

Considerato che il comma 2 dello stesso art. 3 dispone che il decreto di cui sopra definisca, altresì, i criteri per la ripartizione fra i bacini idrografici delle risorse finanziarie da destinare all'attuazione dei programmi e le modalità d'esercizio del potere sostitutivo da parte del Presidente della giunta regionale o della giunta della provincia autonoma in caso di inerzia degli enti pubblici incaricati della realizzazione dei singoli interventi;

Visto l'art. 4, comma 1, della citata legge n. 183 del 1989, e successive modifiche ed integrazioni, che disciplina tra l'altro, le attività di indirizzo e coordinamento nel settore della difesa del suolo;

Ritenuta la necessità di definire i criteri per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale specificando, tra l'altro, le caratteristiche generali e le tipologie degli interventi, le modalità procedurali per la predisposizione dei programmi e la sollecitata attuazione, anche in via sostitutiva, degli

interventi previsti al fine di assicurare le necessarie unitarietà di indirizzo e tempestività di realizzazione, nonché di fissare i criteri di riparto delle risorse finanziarie da destinare alle attività in argomento;

Vista la legge 23 agosto 1988, n. 400;

Visto il parere reso dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano nella riunione del 9 febbraio 1993;

Visto il parere espresso dal Comitato nazionale per la difesa del suolo nella seduta del 9 marzo 1993;

Visto l'art. 1, comma 1, lettera hh), della legge 12 gennaio 1991, n. 13;

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri, adottata nella riunione del 19 marzo 1993;

Sulla proposta del Ministro dei lavori pubblici;

Decreta:

E' approvato il seguente

Atto di indirizzo e coordinamento.

1. Finalità e caratteristiche degli interventi di manutenzione idraulica e forestale.

1. Gli interventi di cui all'art. 3, comma 1, del decreto-legge 10 marzo 1993, n. 57 (3), sono finalizzati alla eliminazione di situazioni di pericolo per i centri abitati e per le infrastrutture, in conseguenza di eventi critici di deflusso, derivanti da carenze dello stato manutentorio degli alvei e delle opere idrauliche, nonché alla creazione di posti di lavoro per i disoccupati.
2. Gli interventi devono avere, altresì, finalità di manutenzione e caratteristiche tali da non comportare alterazioni sostanziali dello stato dei luoghi. Devono porsi come obiettivo il mantenimento ed il ripristino del buon regime idraulico delle acque, il recupero della funzionalità delle opere idrauliche e la conservazione dell'alveo del corso d'acqua, riducendo,

per quanto possibile, l'uso dei mezzi meccanici.

3. Possono essere inseriti nei programmi interventi da realizzare sia in alveo sia sulle opere idrauliche presenti nello stesso.

2. Tipologie degli interventi.

1. Le tipologie degli interventi manutentori da effettuarsi nei corsi d'acqua non regimati sono le seguenti:

- a) rimozione dei rifiuti solidi e taglio di alberature in alveo, intesi come eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei materiali di rifiuto provenienti dalle varie attività umane e collocazione a discarica autorizzata; rimozione dalle sponde e dagli alvei attivi delle alberature che sono causa di ostacolo al regolare deflusso delle piene ricorrenti, con periodo di ritorno orientativamente trentennale, sulla base di misurazioni e/o valutazioni di carattere idraulico e idrologico, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;
- b) rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantumazione di essenze autoctone. Per quanto è possibile, gli interventi non devono essere realizzati contemporaneamente su entrambe le sponde, in modo da facilitare la colonizzazione spontanea della sponda opposta e conservare l'ecosistema fluviale preesistente;
- c) ripristino della sezione di deflusso, inteso come eliminazione, nelle tratte critiche per il deflusso delle portate idriche, dei materiali litoidi, trasportati e accumulati in punti isolati dell'alveo, pregiudizievoli

al regolare deflusso delle acque. La sistemazione degli stessi di norma deve avvenire nell'ambito dello stesso alveo. Solo in casi eccezionali o di manifesto sovralluvionamento può essere prevista l'asportazione dall'alveo del materiale estratto, nel rispetto delle vigenti normative;

- d) sistemazione e protezione spondale, intese come risagomatura e sistemazione di materiale litoide collocato a protezione di erosioni spondali; sostituzione di elementi di gabbionata metallica deteriorata od instabile od altra difesa artificiale deteriorata od in frana, utilizzando tecnologie di ingegneria ambientale;
 - e) interventi di riduzione dei detrattori ambientali, intesi come rinaturazione delle protezioni spondali con tecnologie di ingegneria ambientale, allo scopo di favorire il riformarsi della stratificazione vegetazionale;
 - f) ripristino della funzionalità di tratti tombati, tombini stradali, ponticelli ecc., inteso come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, con rimozione del materiale di sedime e vario accumulato nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;
 - g) ripristino della stabilità dei versanti, inteso come ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le sponde di corsi d'acqua, mediante tecniche di ingegneria ambientale.
2. Le tipologie degli interventi manutentori da effettuarsi nei corsi d'acqua regimati sono le seguenti:
 - a) manutenzione delle arginature e loro accessori, intesa come taglio di vegetazione sulle scarpate, ripresa di scoscendimenti, ricarica di sommità arginale, interventi di conservazione e ripristino del parametro, manutenzione di opere d'arte e manufatti connessi al sistema arginale (chiaviche, scolmatori, botti a sifone ecc.), manutenzione e ripristino dei cippi di delimitazione e individuazione topografica delle pertinenze idrauliche e delle aree demaniali per una attiva individuazione

dei tratti fluviali;

- b) rimozione di rifiuti solidi e taglio delle alberature, intesi come eliminazione dalle sponde e dagli alvei dei corsi d'acqua dei materiali di rifiuto provenienti da attività antropiche e collocazione a discarica autorizzata; rimozione dalle sponde e dagli alvei attivi delle alberature che sono causa di ostacolo al regolare deflusso delle piene ricorrenti, con periodo di ritorno orientativamente trentennale, sulla base di misurazioni e/o valutazioni di carattere idraulico e idrologico, tenuto conto dell'influenza delle alberature sul regolare deflusso delle acque, nonché delle alberature pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat ripari e le zone di deposito alluvionale adiacenti;
- c) rimozione di materiale di sedime dalle banchine pavimentate, intesa come allontanamento a discariche autorizzate del materiale presente sulle banchine del corso d'acqua;
- d) taglio di vegetazione e rimozione di depositi alluvionali su banchine in terra, intesi come sfalcio di vegetazione infestante e rimozione dei depositi alluvionali che riducono la sezione idraulica del corso d'acqua;
- e) rinnovo di pavimentazioni di banchine, inteso come rimozione e ripristino di tratte di pavimentazione fatiscenti con analoghi materiali;
- f) rimozione di materiale vario dagli accessi e dalle discese pubbliche a fiume con trasporto a pubbliche discariche autorizzate;
- g) rimozione di tronchi d'albero dalle luci di deflusso dei ponti, intesa come ripristino del regolare deflusso sotto le luci dei ponti, con rimozione del materiale di sedime e vario accumulato nei sottopassi stradali, nei tombini, nei sifoni, sulle pile od in altre opere d'arte;
- h) ripristino di protezioni spondali deteriorate o franate in alveo (gabbioni e scogliere), inteso come risagomatura e

sistemazione di materiale litoide collocato a protezione di erosioni spondali; sostituzione di elementi di gabbionata metallica deteriorata o instabile od altra difesa artificiale deteriorata od in frana, utilizzando, ove possibile, tecnologie di ingegneria ambientale;

- i) manutenzione di briglie e salti di fondo, intesa come sistemazione delle briglie ed idonei interventi a salvaguardia di possibili fenomeni di aggiramento o scalzamento o erosione dell'opera da parte delle acque, interventi di mitigazione dell'impatto visivo;
- j) ripristino della stabilità dei versanti, inteso come ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le sponde di corsi d'acqua, mediante tecniche di ingegneria ambientale.

Art 3. Attuazione degli interventi.

1. Nei bacini di rilievo nazionale all'attuazione degli interventi provvedono lo Stato, le regioni e le province autonome, secondo il vigente assetto delle competenze in materia idraulica.
2. Nei tratti d'alveo non classificati resta ferma la competenza già attribuita alle regioni e alle province autonome.
3. Nei bacini di rilievo interregionale e regionale, ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183 (4), alla realizzazione degli interventi provvedono le regioni e le province autonome, secondo le rispettive competenze territoriali.
4. Per la esecuzione dei lavori, le regioni e le province autonome possono avvalersi dei soggetti indicati dall'art. 11, comma 1, della legge 18 maggio 1989, n. 183 (4).
5. Per quanto riguarda la tutela del patrimonio naturalistico, gli interventi di cui al presente decreto sono eseguiti sotto la vigilanza del Corpo forestale dello Stato, nell'ambito delle funzioni allo stesso demandate ai sensi dell'art. 8, comma 4, della legge 8 luglio 1986, n. 349 (5). Ove occorra, i soggetti preposti alla vigilanza sulla attuazione degli interventi possono avvalersi dei servizi tecnici nazionali competenti per materia.

3. Modalità e termini per la predisposizione e la presentazione dei programmi.

1. I programmi di intervento, nei quali si deve tenere anche conto della situazione occupazionale del territorio per la prioritaria finalità di salvaguardia dei livelli occupazionali, sono redatti, su proposta dei soggetti di cui all'art. 3, ed approvati dalle autorità di bacino di rilievo nazionale per i bacini idrografici di loro competenza, dalle autorità di bacino di rilievo interregionale, ove costituite, o dalle regioni, d'intesa fra
4. di loro, per i bacini idrografici di rilievo interregionale e dalle regioni per i bacini di rilievo regionali.
2. Gli interventi da realizzare sono indicati secondo l'ordine di priorità, a scala di bacino, in base al quale ne viene chiesto il finanziamento, fissato sulla base dei criteri di cui all'art. 5.
3. Per ciascun intervento, gli elementi di caratterizzazione vengono indicati dal soggetto proponente mediante la compilazione della apposita scheda allegata al presente decreto, del quale costituisce parte integrante.
4. Qualora le regioni e le province autonome concorrano, con propri fondi, alla realizzazione dei programmi di cui al presente decreto, la scheda relativa a ciascun intervento deve indicare la fonte di finanziamento.
5. I programmi di manutenzione idraulica sono trasmessi al comitato dei Ministri di cui all'art. 4, comma 2, della legge 18 maggio 1989, n. 183 (6), e successive modifiche ed integrazioni, entro il termine perentorio di novanta giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale del presente decreto. L'inosservanza del predetto termine comporta l'esclusione dalla ripartizione di cui all'art. 3, comma 7, del decreto-legge 10 marzo 1993, n. 57 (7).
6. In conformità al piano di ripartizione delle risorse finanziarie approvato con le modalità di cui all'art. 3, comma 7, del decreto-legge 10 marzo 1993, n. 57 (7), i Ministri competenti provvedono, con

propri decreti, al trasferimento ai propri organi decentrati, alle regioni e alle province autonome dei finanziamenti assegnati a ciascun bacino, con l'indicazione dei singoli interventi ammessi al finanziamento, del soggetto attuatore e del termine massimo di ultimazione dei lavori.

5. Criteri di priorità per la redazione dei programmi.

1. L'indicazione delle priorità degli interventi da finanziare per ciascun programma è effettuata sulla base del giudizio circa lo stato di manutenzione del tratto del corso d'acqua, e, per quanto possibile, della situazione occupazionale nell'ambito del bacino idrografico, in funzione della valutazione dei seguenti elementi:

situazione a rischio di evento dannoso a causa:

- della officiosità delle sezioni;
- delle condizioni delle arginature;
- delle condizioni delle opere d'arte interessanti il corso d'acqua;
- della mancata osservanza delle norme di polizia idraulica;

situazione a rischio ambientale a causa:

- della mancata conservazione degli habitat naturali;
- della potenziale perdita delle caratteristiche naturali degli alvei.

6. Criteri di ripartizione dei fondi.

1. Le somme da destinare alla esecuzione del programma straordinario di manutenzione idraulica e forestale, sono ripartite con le modalità di cui all'art. 3, comma 7, del decreto-legge 10 marzo 1993, n. 57 (7), tra i bacini idrografici, secondo i criteri riferiti alla superficie e alla popolazione di ciascun bacino idrografico. A detti parametri è attribuito un peso, rispettivamente, pari al 60 per cento e al 40 per cento.

7. Verifica dello stato di attuazione dei programmi.

1. La verifica dello stato d'attuazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale di cui al presente decreto è affidata, nei bacini idrografici di rispettiva competenza, alle autorità di bacino di rilievo nazionale, a quelle di rilievo interregionale, ove costituite, e alle regioni d'intesa fra di loro o singolarmente.
2. Relativamente agli interventi non di competenza statale, in caso di ritardo nell'inizio dei lavori eccedente sessanta giorni rispetto al termine previsto nella relativa scheda di programma, il presidente della regione o della provincia autonoma, previa diffida al soggetto attuatore ad adempiere entro un congruo termine, adotta in via sostitutiva le misure necessarie ad assicurare l'avvio dei lavori.
3. I soggetti di cui al comma 1 relazionano semestralmente al comitato dei Ministri istituito ai sensi dell'art. 4, comma 2, della legge 18 maggio 1989, n. 183, e successive modifiche ed integrazioni, e ai Ministri dei lavori pubblici e del lavoro e della previdenza sociale sullo stato di attuazione dei programmi, indicando, per ciascun intervento finanziato, gli impegni di spesa assunti, i pagamenti effettuati ed allegando la relativa documentazione giustificativa.

